



**TUGAS AKHIR - TF145565**

# **RANCANG BANGUN PROTOTIPE PALANG PINTU KERETA API OTOMATIS BERBASIS PLC CUBLOC**

**Cindy Claudia Febiola**  
**NRP 2413.031.074**

**Dosen Pembimbing**  
**Ir. Yerri Susatio, MT**  
**NIP: 19541017 198003 1 005**

**PROGRAM STUDI D3 METROLOGI DAN INSTRUMENTASI**  
**JURUSAN TEKNIK FISIKA**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**SURABAYA 2016**



**TUGAS AKHIR - TF145565**

# **RANCANG BANGUN PROTOTIPE PALANG PINTU KERETA API OTOMATIS BERBASIS PLC CUBLOC**

**Cindy Claudia Febiola  
NRP 2412.031.074**

**Dosen Pembimbing  
Ir. Yerri Susatio, MT  
NIP: 19541017 198003 1 005**

**PROGRAM STUDI D3 METROLOGI DAN INSTRUMENTASI  
JURUSAN TEKNIK FISIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2016**



**FINAL PROJECT - TF145565**

***PROTOTYPE DESIGN OF AUTOMATIC RAILWAY  
GATE BASED PLC CUBLOC***

**Cindy Claudia Febiola  
NRP 2412.031.074**

**Advisor Lecturer  
Ir. Yerri Susatio, MT  
NIP: 19541017 198003 1 005**

**Diploma of Metrology and Instrumentasi  
Engineering Physics  
Faculty of Industrial Technology  
Sepuluh November Institute of Technology  
SURABAYA 2016**

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE PALANG PINTU  
KERETA API OTOMATIS BERBASIS PLC CUBLOC**

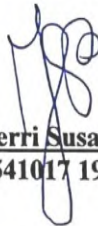
**TUGAS AKHIR**

Oleh :

**CINDY CLAUDIA FEBIOLA**  
**NRP. 2413 031 074**

**Surabaya, 1 Agustus 2016**  
**Menyetujui,**

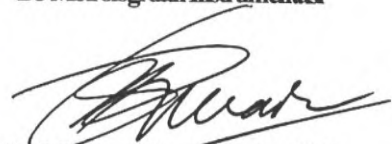
**Dosen Pembimbing**



**Ir. Yerri Susatio M.T**  
**NIP. 19541017 198003 1 005**



**Ketua Program Studi  
D3 Metrologi dan Instrumentasi**



**Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc**  
**NIP. 19620822 198803 1 001**

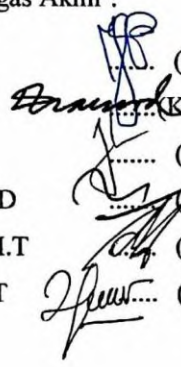
# **RANCANG BANGUN PROTOTIPE PALANG PINTU KERETA API OTOMATIS BERBASIS PLC CUBLOC**

## **TUGAS AKHIR**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Ahli Madya  
Pada  
Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi  
Jurusan Teknik Fisika  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Oleh :  
CINDY CLAUDIA FEBIOLA  
NRP. 2413 031 074**

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Ir. Yerri Susatio M.T
  2. Ir. Tutug Dhanardono, M.T
  3. Ir. Ya'umar, M.T
  4. Ir. Harsono Hadi, M.Sc, Ph.D
  5. Arief Abdurrahman S.T, M.T
  5. Herry Sufyan Hadi S.T, M.T
-  (Pembimbing)  
..... (Ketua Tim Penguji)  
..... (Penguji I)  
..... (Penguji II)  
..... (Penguji III)  
..... (Penguji IV)

**SURABAYA  
AGUSTUS, 2016**

# **RANCANG BANGUN PROTOTIPE PALANG PINTU KERETA API OTOMATIS BERBASIS PLC CUBLOC**

**Nama** : Cindy Claudia Febiola  
**NRP** : 2413 031 074  
**Jurusan** : D3 Metrologi dan Instrumentasi,  
Teknik Fisika FTI-ITS  
**Dosen Pembimbing** : Ir. Yerri Susatio M.T

## **ABSTRAK**

Palang pintu untuk perlintasan kereta api merupakan salah satu elemen terpenting dalam mencegah terjadinya kecelakaan kereta api. Sistem kontrol otomatis sangat diperlukan untuk menyelesaikan permasalahan ini. Salah satunya dengan menggunakan PLC ( *Programmable Logic Controller*). Dalam tugas akhir ini dirancang sebuah *plant* palang pintu kereta otomatis berbasis PLC CUBLOC menggunakan sensor inframerah E18-D80NK. Plant ini memiliki sistem tutup palang ketika sensor mendeteksi kedatangan kereta, sistem palang terbuka ketika sensor mendeteksi gerbong belakang kereta, dan sistem lampu dan buzzer ketika sensor mendeteksi kendaraan. Pada uji karakteristik sensor didapatkan bahwa sensor kedatangan memiliki range sebesar 0 cm-82 cm ,nilai span sebesar 82 dan sensitivitas sebesar 0,846. Sensor kepergian sebesar memiliki range 0 cm -82 cm, nilai span sebesar 82 dan nilai sensitivitas sebesar 0,85. Sensor kendaraan memiliki range 0 cm-81 cm, nilai span sebesar 81 dan sensitivitas sebesar 0,798. Peletakan sensor pada kereta sebenarnya yaitu sejauh 4,8 km sebelum palang, 12 m setelah palang pintu. Peletakan sensor pada miniatur dilakukan dengan perbandingan sebesar 1:12.000. Pada pengujian respon diperoleh hasil bahwa sistem palang tutup memiliki pada sistem palang tutup memiliki *settling time* sebesar 10 detik, *error steady state* rata-rata sebesar 0,2 V , dan *overshoot* maksimum sebesar 1,1 V. Pada sistem palang buka memiliki *settling time* sebesar 10 detik, *error steady state* rata-rata sebesar 0,2 V , dan *overshoot* maksimum sebesar 1,2 V. Pada sistem lampu dan buzzer memiliki *Settling time* sebesar 10 detik, *error steady state* rata-rata sebesar 0,2V, dan *overshoot* maksimum sebesar 1,2 V.

**Kata Kunci:** Palang pintu Kereta, PLC CUBLOC, Sensor Inframerah E18-D80NK

## ***PROTOTYPE DESIGN OF AUTOMATIC RAILWAY GATE BASED PLC CUBLOC***

***Student Name*** : Cindy Claudia Febiola  
***NRP*** : 2412 031 074  
***Study Program*** : *Diploma of Metrology and  
Instrumentasi, Engineering Physics  
FTI-ITS*  
***Advisor Lecturer*** : Ir. Yerri Susatio M.T

### ***ABSTRACT***

*Railway gate crossings is one of the most important elements in preventing railway accidents. Automatic control system is needed to resolve this problems by using PLC (Programmable Logic Controller). In this final project designed a plant-based automatic railway gate based CUBLOC PLC using infrared sensors E18-D80NK as sensors coming and goings of the train, and as the vehicle sensor . In this plant has closed gate system when sensors detect the arrival of the train, the open gate system happen when the sensor detects the departure of the train , and light and buzzer system when the vehicle sensors detect vehicles. In the final project has been designed and manufactured automatic railway gate based PLC CUBLOC. In characteristics test of sensor obtained the arrival sensor has a range of 0 cm-82 cm, span value of 82 and the sensitivity value of 0.846. The departure sensor has a range 0cm of - 82 cm, span value of 82 and the sensitivity value of 0.85. the vehicle sensor has a range of 0 cm-81 cm, span value of 81 and the sensitivity value of 0.798. The laying of the sensor is as far as 4.8 km before railway gate and 12 m after railway gate. Laying the sensor on a miniature using a ratio of 1: 12,000. In the test results concluded the close gate system have the settling time of 10 seconds, error steady state of 0.2 V and the maximum overshoot of 1,1 V . The open gate system have the settling time of 10 seconds, error steady state of 0.2 V and the maximum overshoot of 1,2 V. The buzzer and light system have the settling time of 10 seconds, error steady state of 0.2 V and the maximum overshoot of 1,2 V.*

***Keywords:*** *Railway Gate, PLC CUBLOC, Infrared Sensor E18-D80NK*

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT dan baginda besar rasullullah SAW atas segala rahmat dan anugerahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul :

### **“RANCANG BANGUN PROTOTIPE PALANG PINTU KERETA API OTOMATIS BERBASIS PLC CUBLOC”**

Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan bagi seorang mahasiswa untuk memperoleh gelar Ahli Madya dengan program studi D3 Metrologi dan Instrumentasi, Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun secara tidak langsung dalam pengerjaan dan pembelajaran tugas akhir ini. Beberapa pihak tersebut antara lain:

1. Bapak Agus Muhammad Hatta, ST, MSi, Ph.D selaku Kepala Jurusan Teknik Fisika ITS Surabaya.
2. Kedua Orang tua saya yang selalu memberikan dukungan moril, dan doa, dan juga selalu memberikan semangat kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Kakak, adik, dan keluarga saya yang selalu memberikan semangat dan doa.
4. Bapak Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc selaku Ketua Program Studi Diploma III Metrologi dan Teknik Instrumentasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
5. Bapak Ir. Jerri Susatio M.T selaku Dosen Pembimbing yang setia mendampingi, membimbing, mengkritisi, dan memotivasi pengerjaan tugas akhir ini.
6. Bapak Dr.rer.nat.Ir. Aulia M. T. Nasution MSc selaku Dosen Wali dan yang telah memberikan arahan selama menjalani masa perkuliahan hingga menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Bapak Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc selaku Kepala Laboratorium Microprocessor dan Microcontroller.



8. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Fisika beserta karyawan atas ilmu dan dedikasinya.
9. Kawan-kawan TEAM PLC (Muhammad Reza Faisal , Nurfadilah, Tria Nailul Muna, dan Abdurrahman Rahyang Tutuko) yang telah bersama berjuang dan saling membantu dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
10. Muhammad Rifqi Hikmawan, Arviandi Cikadiarta dan Sholahuddin Muhammad Irsyad yang telah membantu dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
11. Teman teman D3 Metrologi dan Instrumentasi angkatan 2013.
12. Teman-teman Happy Group dan PPC yang selalu memberi semangat dan dukungan moril.
13. Semua Pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu dalam mengerjakan tugas akhir ini sampai selesai.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidaklah sempurna, tetapi penulis berharap ini dapat memberikan kontribusi yang berarti dan dapat menambah wawasan bagi pembaca. Semoga awal dari permulaan yang panjang ini dapat membawa manfaat dan hikmat bagi kita semua dan juga semoga hari esok lebih baik dari hari ini.

Surabaya, Agustus 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	iii
<b>ABSTRAK</b>	v
<b>ABSTRACT</b>	vi
<b>KATA PENGANTAR</b>	vii
<b>DAFTAR ISI</b>	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	xi
<b>DAFTAR TABEL</b>	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Metodologi Penelitian	4
1.6 Sistematika Laporan	4
<b>BAB II TEORI PENUNJANG</b>	
2.1 Programmable Logic Controller (PLC)	7
2.2 Permasalahan Perkeretaapian Di Indonesia	9
2.3 Konsep Kecepatan	11
2.4 Motor Servo	12
2.5 Driver Servo IC 555	14
2.6 Sensor Infrared E18-D80NK	15
2.7 Buzzer	17
2.8 Lampu LED Peringatan	18
2.9 Push Button	19
<b>BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT</b>	
3.1 Blok Diagram Perancangan Alat	21
3.2 Pemasangan dan Pembuatan Perangkat Keras (Hardware)	24
3.2.1 Perancangan Rangkaian Sensor Infrared	24
3.2.2 Rangkaian <i>Driver</i> Motor	25

3.2.3 Rangkaian <i>Warning LED</i>	26
3.2.4 Rangkaian <i>Buzzer</i>	27
3.2.5 Rangkaian Pengaman	28
3.2.6 Rangkaian <i>Push Button</i>	29
3.3 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Lunak ( <i>Software</i> )	29

## **BAB IV PENGUJIAN ALAT DAN PEMBAHASAN**

4.1 Pengujian Alat	33
4.1.1 Sensor E18-D80NK	33
4.1.2 Rangkaian Driver motor	42
4.1.3 Miniatur Kereta Api	43
4.1.4 Peletakan Sensor	45
4.2 Pengambilan Keseluruhan Data	48
4.2.1 Respon Sistem Pada Palang Pintu Tutup	49
4.2.2 Respon Sistem Pada Palang Pintu Buka	51
4.2.3 Respon Sistem Pada Lampu dan Buzzer	52
4.3 Pembahasan	54

## **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	58

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	<b>PLC CUBLOC</b>	<b>9</b>
<b>Gambar 2.2</b>	<b>Pensinyalan pada motor servo</b>	<b>13</b>
<b>Gambar 2.3</b>	<b>IC 555</b>	<b>14</b>
<b>Gambar 2.4</b>	<b>Sensor Inframerah E18-D80NK</b>	<b>16</b>
<b>Gambar 2.5</b>	<b>Rangkaian Receiver dan Transmitter Sensor</b>	<b>16</b>
<b>Gambar 2.6</b>	<b>Buzzer</b>	<b>17</b>
<b>Gambar 2.7</b>	<b>Lampu LED peringatan</b>	<b>19</b>
<b>Gambar 2.8</b>	<b>Push Button</b>	<b>20</b>
<b>Gambar 3.1</b>	<b>Diagram Blok Perancangan Hardware Palang Pintu Otomatis</b>	<b>21</b>
<b>Gambar 3.2</b>	<b>Diagram Proses Palang Pintu Otomatis</b>	<b>21</b>
<b>Gambar 3.3</b>	<b>Flowchart Perancangan Pembuatan Tugas Akhir</b>	<b>22</b>
<b>Gambar 3.4</b>	<b>Hardware Sensor Infrared</b>	<b>24</b>
<b>Gambar 3.5</b>	<b>Rangkaian Sensor Infrared</b>	<b>24</b>
<b>Gambar 3.6</b>	<b>Hardware Driver Motor</b>	<b>25</b>
<b>Gambar 3.7</b>	<b>Rangkaian Driver Motor</b>	<b>25</b>
<b>Gambar 3.8</b>	<b>Hardware Warning LED</b>	<b>26</b>
<b>Gambar 3.9</b>	<b>Rangkaian Warning LED</b>	<b>26</b>
<b>Gambar 3.10</b>	<b>Hardware Buzzer</b>	<b>27</b>
<b>Gambar 3.11</b>	<b>Rangkaian Buzzer</b>	<b>27</b>
<b>Gambar 3.12</b>	<b>Hardware Rangkaian</b>	<b>28</b>
<b>Gambar 3.13</b>	<b>Rangkaian Pengaman</b>	<b>28</b>
<b>Gambar 3.14</b>	<b>Hardware Rangkaian Push Button</b>	<b>29</b>
<b>Gambar 3.15</b>	<b>Rangkaian Push Button</b>	<b>29</b>
<b>Gambar 3.16</b>	<b>Cubloc Studio</b>	<b>30</b>
<b>Gambar 3.17</b>	<i>Finite State Machine</i> Motor servo	<b>31</b>
<b>Gambar 3.18</b>	<i>Finite State Machine</i> Buzzer	<b>31</b>
<b>Gambar 3.19</b>	<i>Finite State Machine</i> Lampu	<b>32</b>
<b>Gambar 4.1</b>	<i>Plant</i> Palang Pintu Otomatis	<b>33</b>
<b>Gambar 4.2</b>	<b>Diagram Blok Sensor E18-D80NK</b>	<b>34</b>
<b>Gambar 4.3</b>	<b>Konfigurasi Sensor E18-D80NK</b>	<b>34</b>
<b>Gambar 4.4</b>	<b>Grafik Jangkauan Sensor Kedatangan</b>	<b>36</b>
<b>Gambar 4.5</b>	<b>Grafik Jangkauan Sensor Kepergian</b>	<b>38</b>
<b>Gambar 4.6</b>	<b>Grafik Jangkauan Sensor Kendaraan</b>	<b>40</b>
<b>Gambar 4.7</b>	<b>Sinyal PWM Kondisi Motor Buka</b>	<b>43</b>

<b>Gambar 4.8</b>	Sinyal PWM Kondisi Motor Tutup	43
<b>Gambar 4.9</b>	Grafik Waktu Keliling Kereta	44
<b>Gambar 4.10</b>	Peletakan Sensor Perlintasan Kereta Api	47
<b>Gambar 4.11</b>	Peletakan Sensor Miniatur Kereta Api	47
<b>Gambar 4.12</b>	Grafik Respon Sistem Palang Tutup	50
<b>Gambar 4.13</b>	Grafik Respon Sistem Palang Buka	52
<b>Gambar 4.14</b>	Grafik Respon Sistem Lampu dan Buzzer	53

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 4.1</b> Konfigurasi Pin pada Sensor E18-D80NK	34
<b>Tabel 4.2</b> Uji Jangkauan Sensor Kedatangan	35
<b>Tabel 4.3</b> Uji Jangkauan Sensor Kepergian	37
<b>Tabel 4.4</b> Uji Jangkauan Sensor Kepergian	39
<b>Tabel 4.5</b> Tegangan Keluaran Sensor E18-D80NK	41
<b>Tabel 4.6</b> Maksimal Jangkauan Sensor E18-D80NK	41
<b>Tabel 4.7</b> Set Point Jangkauan Sensor E18-D80NK	41
<b>Tabel 4.8</b> Respon Jangkauan Sensor E18-D80NK	42
<b>Tabel 4.9</b> Tegangan Keluaran Motor Buka dan Motor Tutup	43
<b>Tabel 4.10</b> Waktu Keliling Miniatur	48
<b>Tabel 4.11</b> Hasil Pengujian Alat	48
<b>Tabel 4.13</b> Waktu Palang Tertutup	49
<b>Tabel 4.14</b> Waktu Respon Sistem Palang Tutup	50
<b>Tabel 4.15</b> Waktu Respon Sistem Palang Buka	51
<b>Tabel 4.16</b> Waktu Respon sistem Buzzer dan Lampu	53

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Seiring berkembangnya jaman dibutuhkan moda transportasi yang nyaman serta aman. Saat ini sebagian besar transportasi berada di daratan, yaitu berkisar 90% dari total transportasi yang ada. Kereta Api merupakan salah satu transportasi darat yang diminati oleh masyarakat karena mempunyai daya angkut manusia dan barang yang relatif besar. Selain itu kereta api juga memiliki keunggulan dapat menekan kepadatan lalu lintas jalan raya sekaligus mengurangi konsumsi BBM akibat kemacetan lalu lintas, dapat mengurangi beban jalan raya sekaligus menekan kerusakan jalan raya, dan dapat menghemat keuangan negara yang dialokasikan untuk perawatan jalan raya. Namun disisi lain, Kecelakaan kereta api merupakan salah satu peristiwa transportasi yang sering terjadi di Indonesia. Dalam rentang waktu 2007 hingga 2013 terjadi 47 kecelakaan kereta api. Berdasarkan keterangan Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) presentase penyebab kecelakaan , tiga tertinggi yaitu dikarenakan faktor sarana sebesar 35% , dikarenakan faktor prasarana sebesar 26% dan dikarenakan faktor *Human Error* sebesar 24%. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem pengaman pada perlintasan kereta api yang ada masih kurang memadai, sehingga langkah antisipasi yang akan diambil diharapkan dapat meminimalkan kecelakaan yang terjadi sehingga dapat mewujudkan operasi kereta api menuju nihil kecelakaan (*zero accident*). Pintu perlintasan kereta api merupakan salah satu elemen terpenting dalam mencegah terjadinya kecelakaan kereta api. Kesalahan operator maupun gagalnya operasi palang pintu yang secara manual bisa mengakibatkan semakin besar kemungkinan terjadi kecelakaan kereta api pada palang pintu perlintasan. Dari survei yang dilakukan, saat ini di Surabaya masih belum ada palang pintu kereta yang otomatis tanpa operator. Palang pintu saat ini

menggunakan telpon sebagai media pengingat operator perlintasan selanjutnya untuk melakukan pembukaan palang pintu kereta api serta media GPS. Rencana penggunaan palang pintu otomatis dengan menggunakan sensor masih terus dilakukan pengkajian yang rencananya akan direalisasikan pada tahun 2018. Pengkajian yang dilakukan secara terus-menerus ini dilakukan untuk menghindari terjadinya kecelakaan karena kereta api merupakan moda transportasi yang melibatkan banyak orang. Pemilihan sensor merupakan hal yang paling utama untuk dikaji untuk meminimalisir sensor tidak mendeteksi adanya kereta yang akan mengakibatkan kecelakaan fatal. Sistem kontrol otomatis sangat diperlukan untuk menyelesaikan permasalahan diatas. Karena perkembangan teknologi saat ini sudah sangat pesat sehingga tidak sulit untuk menemukan sistem kontrol otomatis, Salah satunya dengan menggunakan PLC ( *Programmable Logic Controller*).

Di Institut Teknologi Sepuluh Nopember khususnya Program Studi Diploma Metrologi dan Instrumentasi terdapat Praktikum tentang PLC yang mempelajari pengendalian serta pemrograman suatu sistem dengan menggunakan PLC. Praktikum pada jenjang diploma sangatlah penting karena lebih mengutamakan keterampilan. Praktikum dinilai lebih membangkitkan motivasi belajar mahasiswa sehingga dapat mengembangkan keterampilan-keterampilan dasar dalam melaksanakan percobaan, dan dapat menunjang pemahaman materi pembelajaran. Dalam praktikum, modul/alat adalah komponen yang penting agar praktikum dapat terlaksana. Modul Praktikum yang baik dan dapat mengaplikasikan

Dalam tugas akhir ini dirancang sebuah plant palang pintu kereta otomatis berbasis PLC CUBLOC menggunakan sensor inframerah E18-D80NK sebagai sensor datang , dan perginya kereta api, dan sebagai sensor kendaraan mati di tengah tengah rel apabila kereta api akan melintas. Pada plant ini juga dilengkapi



dengan lampu peringatan dan buzzer sebagai aksi dari sensor kendaraan mati untuk memperingatkan masinis bahwa terdapat kendaraan mati ditengah-tengah rel perlintasan kereta api sehingga dapat melakukan pengereman sejak dini ataupun tindakan lainnya yang pada akhirnya bertujuan untuk meminimalkan terjadinya kecelakaan pada perlintasan kereta api.

## 1.2 Permasalahan

Pada pelaksanaan tugas akhir ini permasalahan yang diangkat adalah

- Bagaimana membuat rancang bangun prototipe palang pintu kereta api otomatis berbasis PLC CUBLOC ?
- Bagaimana karakteristik dari sensor inframerah ?

## 1.3 Batasan Masalah

Perlu diberikan beberapa batasan permasalahan agar pembahasan tidak meluas dan menyimpang dari tujuan. Adapun batasan permasalahan dari sistem yang dirancang ini adalah

- Fokus tugas akhir ini membahas tentang Sistem palang pintu kereta api otomatis menggunakan sensor inframera .
- Menggunakan PLC CUBLOC MSB632RA-DC guna mengontrol sistem otomatis pada *plant*.
- Sensor inframerah yang digunakan adalah E18-D80NK
- Kereta api pada *plant* dibuat satu arah saja.

## 1.4 Tujuan

Tujuan yang dicapai dalam tugas akhir ini adalah

- Dapat membuat rancang bangun prototipe palang pintu kereta api otomatis berbasis PLC CUBLOC
- Dapat mengetahui karakteristik dari sensor inframerah.

### 1.5 Metodologi Penelitian

Untuk mencapai tujuan penyelesaian tugas akhir yang direncanakan, maka perlu dilakukan suatu langkah-langkah dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Adapun langkah – langkahnya adalah sebagai berikut :

- Studi Literatur, dalam merealisasikan tugas akhir ini tentu dibutuhkan refrensi yang meliputi pengetahuan dasar tentang sistem perancangan dan pembuatan *Mini Plant* palang pintu kereta api otomatis.
- Pembuatan sistem dari rancang bangun *Mini Plant* palang pintu kereta otomatis :
  - Membuat mekanik dari perancangan *hardware*.
  - Membuat rangkaian pembentuk sistem keseluruhan dari perancangan penulis.
  - Membuat sistem palang pintu otomatis.
  - Mengintegrasikan rangkaian dari alat ke PLC.
- Pengujian sistem dan analisa alat, pengujian dan analis alat dilakukan untuk mngetahui cara kerja dan hasil dari proses monitoring serta pengambilan data.
- Penyusunan Laporan.
- Menyusun hasil teori dari pembuatan *hardware* dan *software*, analisa data dan kesimpulan dari data dan sistem yang ada.

### 1.6 Sistematika Laporan

Sistematika laporan yang digunakan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

#### Bab I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, permasalahan, batasan masalah, tujuan, metodologi dan sistematika laporan.

#### Bab II TEORI PENUNJANG

Berisi tentang teori-teori dari sensor, teori, dan aplikasi yang digunakan dalam sistem otomatisasi palang pintu kereta api.

#### Bab III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Berisi tentang desain sistem otomatisasi palang pintu kereta api yang meliputi sensor, kontroler, dan aktuator.

#### Bab IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang analisa hasil desain sistem otomatis pada *Mini Plant* palang pintu kereta api dan Pembahasannya.

#### Bab V PENUTUP

Berisi tentang hasil yang diperoleh dari analisis sistem, analisa data dan saran. Lampiran beserta daftar pustaka.



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB II**

### **TEORI PENUNJANG**

#### **2.1 Programmable Logic Controller (PLC)**

*Programmable Logic Control (PLC)* merupakan peralatan kontrol yang dirancang untuk menggantikan rangkaian kontrol *logic*, *relay* dan *timer*. Suatu PLC dapat diprogram untuk menggantikan puluhan atau ratusan rangkaian kontrol *logic* yang saling tidak bergantung . I/O pada PLC memungkinkan untuk *interfacing* langsung dengan proses yang sebenarnya (riil). PLC menerima input data yang berupa sinyal dari peralatan input luar (*external input device*) dari sistem yang dikontrol. Peralatan input luar itu antara lain berupa sakelar, tombol dan sensor. Data-data yang masih berupa sinyal analog akan diubah oleh modul input *analog to digital module (A/D)* menjadi sinyal digital. Selanjutnya unit prosesor sentral atau CPU akan mengolah sinyal digital tersebut sesuai dengan program yang telah disimpan pada memori. Selanjutnya CPU mengambil keputusan dan memberikan perintah melalui modul output dalam bentuk sinyal digital. Kemudian PLC akan memberikan output untuk menjalankan aktuator.

PLC yang digunakan adalah PLC CUBLOC. Keuntungan lebih CUBLOC PLC lain adalah bahwa ia mendukung kelemahan *ladder logic* dengan bahasa *Basic*. *ladder logic* cukup baik untuk menggantikan diagram urutan tetapi untuk mengumpulkan data, grafis cetak, dan melakukan tugas-tugas yang lebih kompleks meminta terlalu banyak. Itulah sebabnya cubloc menambahkan bahasa *Basic* untuk mempermudah dalam pemrograman.

##### **a. Konfigurasi *Programmable Logic Control (PLC)***

Konfigurasi dari *Programmable Logic Control (PLC)* terdiri atas *Power Supply Unit*, *Central Processing Unit (CPU)*, *Memory Unit*, *I/O Unit* dan *Peripheral*.

- **Power Supply Unit**

Unit ini berfungsi memberikan sumber daya pada PLC sehingga memungkinkan PLC untuk dapat bekerja.

- ***Central Processing Unit (CPU)***

Unit ini merupakan otak dari PLC. CPU berfungsi untuk mengolah program sesuai dengan hukum kontrol logic, melakukan pengawasan atas semua operasional kerja dari PLC, dan transfer informasi melalui *internal bus* antara PLC, memori, dan unit I/O. Irama kerja dari CPU PLC dikendalikan oleh suatu *generator clock* di luar CPU yang bervariasi sesuai dengan tipe dari PLC.

- **Memori Unit**

Memori berfungsi untuk menyimpan program yang telah dibuat, menyimpan data dan status input/output (*interfacing information*), dan menyimpan data/informasi untuk fungsi-fungsi internal (*timer, counter, marker relay*, dan lain lain). Unit memori yang dipakai bisa berupa *Random Acces Memory (RAM)*, *Erasable Programmable Read Only Memory (EPROM)* atau *Electronic Erasable Programmable Read Only Memory (EEPROM)*. Untuk menjaga agar program kerja dan data-data yang penting tidak hilang jika terdapat suatu gangguan *power supply*, maka pada PLC sering disertai dengan suatu *battery backup*.

- ***Input/Output (I/O) Unit***

Pada umumnya informasi data pada PLC dinyatakan dalam bentuk tegangan listrik antara 5 – 15 VDC, sedangkan system tegangan di luar bervariasi dari 24-240 VDC maupun AC. Unit I/O dimaksudkan untuk interfacing antara kedua besaran tersebut.

- **Peripheral**

Untuk memasukkan program ke dalam PLC diperlukan suatu unit pemrogram. Unit ini dapat berupa :

1. *Programming Console*

*Programming Console* berguna untuk membuat, mengubah, memasukkan, memantau dan menjalankan program pada PLC. Bagian utama dari *Programming Console* adalah *LCD Display-monitor*, *mode selector switch (Program- Monitor-Run)*, *keyboard* (kunci numeric, kunci instruksi dan kunci operasi) dan *connector lead*. Program yang dimasukkan ke dalam PLC berbentuk *mnemonic*.

2. *Sysmate Support Software (SSS)*

*Sysmate Support Software (SSS)* adalah suatu software khusus yang memungkinkan *programmer* dapat mensimulasikan program kerja dari PLC dengan menggunakan *Personal Computer (PC)*.



**Gambar 2.1** PLC CUBLOC [1]

## 2.2 Perkeretaapian Di Indonesia

Kereta Api merupakan salah satu transportasi darat yang diminati oleh masyarakat karena mempunyai daya angkut manusia dan barang yang relatif besar. Selain itu kereta api juga memiliki keunggulan dapat menekan kepadatan lalu lintas jalan raya sekaligus mengurangi konsumsi BBM akibat kemacetan lalu lintas, dapat mengurangi beban jalan raya sekaligus menekan kerusakan jalan raya, dan dapat menghemat keuangan negara yang dialokasikan untuk perawatan jalan raya.[4]



Saat ini penutupan kereta Penutupan palang pintu perlintasan untuk menunggu kereta api melintas ini rata- rata akan membutuhkan waktu kurang lebih sekitar 4 hingga 5 menit. Kecepatan kereta saat ini maksimal 100 km/jam dengan pembukaan palang pintu baik otomatis maupun manual. Palang pintu saat ini masih diatur secara manual oleh petugas penjaga pintu.

Saat ini perkeretaapian di Indonesia telah mengalami peningkatan keamanan. Namun tetap saja terjadi kecelakaan yang tidak diinginkan salah satunya kecelakaan diperlintasan kereta api. Pada tahun 2010 lalu, total kecelakaan kereta api ada 68 kejadian, yakni tabrakan kereta dengan kereta 3 buah, tabrakan kereta dengan kendaraan umum 26 buah, kereta anjlok 25 buah, kereta terguling 4 buah, akibat banjir/longsor 6 buah dan lain-lain 4. Namun jumlah ini mengalami penurunan yang cukup signifikan dibandingkan dengan tahun 2009 sebanyak 90 kecelakaan, tahun 2008 sebanyak 147 kecelakaan dan tahun 2007 sebanyak 159 kecelakaan.

Pada tahun 2010 korban kecelakaan kereta sebanyak 198 orang (43 meninggal, 58 luka berat, 97 luka ringan). Tahun 2011 jumlah korban turun drastis menjadi 51 orang (4 meninggal, 23 luka berat, 24 luka ringan). Tahun 2012 turun sedikit menjadi 49 orang (4 meninggal, 8 luka berat, 37 luka ringan). Pada tahun 2013 meskipun terjadi kecelakaan kereta sebanyak 39 kali, namun tidak ada korban jiwa. Sementara tahun 2014 sampai bulan April jumlah korban kecelakaan kereta sebanyak 7 orang terdiri atas 3 orang meninggal dan 4 luka berat. Penyebab kecelakaan kereta api terdiri atas faktor manusia / operator (28 persen), prasarana (15 persen), alam (21 persen) sarana (28 persen) dan faktor eksternal (8 persen). Berikut ini adalah data beberapa kecelakaan kereta api yang disebabkan kendaraan mogok:

1. Pada Minggu (10/4/2016) Mobil Suzuki AVP tiba-tiba mogok saat melintas di rel kereta api kawasan Warung Bambu, Karawang. Akibatnya kecelakaan tak bisa dihindarkan dan mobil mengalami rusak parah.

2. Pada Jumat (13/5/2016) Mobil Daihatsu Gran Max di antara Stasiun Cilebut dan Stasiun Bojonggede, Kota Bogor, tertabrak kereta api yang akan menuju Jakarta hal ini terjadi karena mobil tiba-tiba mogok di tengah rel. Akibatnya kecelakaan tak bisa terhindarkan tetapi tidak ada korban jiwa pada peristiwa ini.
3. Pada Kamis (14/4/2016) Mobil Toyota Innova tertabrak KA Rapih Dhoho akibat mogok di tengah rel KA di perlintasan tanpa penjaga palang pintu di Desa Gilang Kecamatan Taman. Terdapat 4 orang korban meninggal dunia.
4. Pada Kamis (5/5/2016) Mobil pick up tertabrak KA Argo Lawu di perlintasan rel kereta api, Desa Suci, Kecamatan Mundu, Kabupaten Cirebon. Saat melintasi rel, mobil tiba-tiba mogok. Akibatnya kecelakaan tak bisa terhindarkan dan terdapat 1 orang korban luka ringan.

Dari daftar diatas kecelakaan banyak terjadi diperlintasan kereta api disebabkan kendaraan yang tiba-tiba mogok. Beberapa yang menyadari adanya kereta datang segera keluar dari kendaraan yang mereka tumpangi tetapi ada pula yang tidak mengetahui datangnya kereta api

### 2.3 Konsep Kecepatan

Dalam kehidupan sehari-hari, kata *kecepatan* dan *kelajuan* sering disamaartikan. Kecepatan dan kelajuan merupakan dua pegertian yang berbeda. Kecepatan (*velocity*) merupakan besaran *vektor*, yaitu besaran yang memperhitungkan arah geraknya, sedangkan kelajuan (*speed*) merupakan besaran *skalar*, yaitu besaran yang hanya memiliki besar tanpa memperhatikan arah gerak benda. Dengan kata lain, kelajuan suatu benda hanya ditentukan oleh jarak tempuh benda dan selang waktu yang dibutuhkan untuk menempuh jarak tersebut tanpa memperhatikan arah perpindahannya. Sementara itu, kecepatan

tergantung pada arah benda yang bergerak. Kecepatan didefinisikan sebagai perbandingan perpindahan benda dengan waktu tempuh. Berikut ini adalah rumus kecepatan. [3]

$$V = \frac{s}{t}$$

Keterangan :

V= Kecepatan .....(m/s)

S= Jarak.....(m)

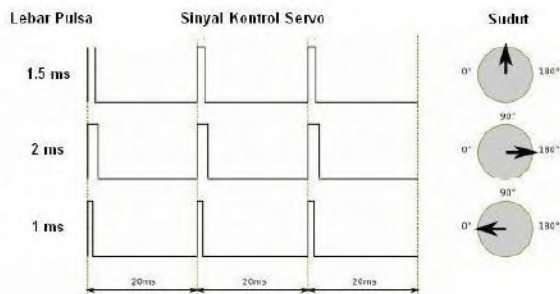
t= Waktu..... (s)

## 2.4 Motor Servo

Motor servo menggunakan dengan sistem umpan balik tertutup, di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian *gear*, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Karena motor DC servo merupakan alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, maka magnet permanent motor DC servolah yang mengubah energi listrik ke dalam energi mekanik melalui interaksi dari dua medan magnet. Salah satu medan dihasilkan oleh magnet permanent dan yang satunya dihasilkan oleh arus yang mengalir dalam kumparan motor. Resultan dari dua medan magnet tersebut menghasilkan torsi yang membangkitkan putaran motor tersebut. Saat motor berputar, arus pada kumparan motor menghasilkan torsi yang nilainya konstan.[2]

Secara umum terdapat 2 jenis motor servo, yaitu motor servo standar dan motor servo Continuous. Servo motor tipe standar hanya mampu berputar 180 derajat. Motor servo standar sering dipakai pada sistem robotika misalnya untuk membuat “Robot Arm” (Robot Lengan). Sedangkan Servo motor continuous dapat berputar sebesar 360 derajat. Motor servo *continuous* sering dipakai untuk Mobile Robot. Pada badan servo tertulis tipe servo

yang bersangkutan. Pengendalian gerakan batang motor servo dapat dilakukan dengan menggunakan metode PWM. (Pulse Width Modulation). Teknik ini menggunakan system lebar pulsa untuk mengemudikan putaran motor. Sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Tampak pada gambar dengan pulsa 1.5 ms pada periode selebar 2 ms, maka sudut dari sumbu motor akan berada pada posisi tengah. Semakin lebar pulsa OFF maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah jarum jam dan semakin kecil pulsa OFF maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah yang berlawanan dengan jarum jam. Untuk menggerakkan motor servo ke kanan atau ke kiri, tergantung dari nilai delay yang kita berikan. Untuk membuat servo pada posisi center, berikan pulsa 1.5ms. Untuk memutar servo ke kanan, berikan pulsa  $\leq 1.3\text{ms}$ , dan pulsa  $\geq 1.7\text{ms}$  untuk berputar ke kiri dengan delay 20ms, seperti ilustrasi berikut:



**Gambar 2.2** Pensinyalan pada motor servo [7]

Motor *servo* adalah motor yang mampu bekerja dua arah (CW dan CCW) dimana arah dan sudut pergerakan *rotor*-nya dapat dikendalikan hanya dengan memberikan pengaturan *duty cycle* sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya.

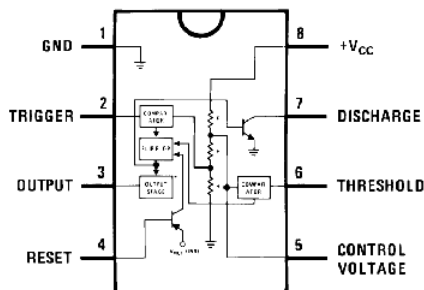
Motor *servo* merupakan sebuah motor DC yang memiliki rangkaian *control* elektronik dan internal *gear* untuk

mengendalikan pergerakan dan sudut angularnya. Motor *servo* adalah motor yang berputar lambat, dimana biasanya ditunjukkan oleh *rate* putarannya yang lambat, namun demikian memiliki torsi yang kuat karena internal *gear*-nya. Lebih dalam dapat digambarkan bahwa sebuah motor servo memiliki :

- 3 jalur kabel : power, ground, dan control
- Sinyal control mengendalikan posisi
- Operasional dari servo motor dikendalikan oleh sebuah pulsa selebar  $\pm 20$  ms, dimana lebar pulsa antara 0.5 ms dan 2 ms menyatakan akhir dari range sudut maksimum.
- Konstruksi didalamnya meliputi internal gear, potensiometer, dan *feedback control*.

## 2.5 Driver Servo IC 555

Timer 555 merupakan sebuah IC *timer* yang bekerja berdasar rangkaian RC dan komparator yang dirangkai dengan komponen digital (R-Sflip-flop). IC Timer 555 memiliki dasar pengendali PWM dengan fitur pengendalian lebar pulsa 0..100%, frekuensi osilator yang dihasilkan relatif stabil sehingga sangat mungkin digunakan untuk membangun *Simple PWM Controler*. Frekuensi dari *Simple PWM Controler* 555 akan membentuk output dengan frekuensi dari 170 sampai 200 Hz. Keluaran dari 555 pada rangkaian Simple PWM Controler 555 ini digunakan untuk *driver* pulsa PWM. Gambar 8.15 berikut memperlihatkan penampang IC Timer 555.



Gambar 2.3 IC 555

IC 555 memiliki dua jenis operasi, yaitu Multivibrator Monostabil dan Multivibrator Astabil. Multivibrator Monostabil juga disebut *one shot*, menghasilkan *output* sebuah pulsa dengan periode tertentu ketika dipicu dengan sebuah pulsa masukan. Output dari *one shot* akan seketika menuju 'high' mengikuti pulsa pemicunya (trigger) dan akan tetap 'high' sesuai dengan periodenya. Ketika periodenya telah habis maka outputnya akan kembali 'low'. *Output one shot* akan tetap 'low' sampai ada trigger lainnya.

## 2.6 Sensor Infrared E18-D80NK

Sensor inframerah adalah perangkat elektronik yang memancarkan dan / atau mendeteksi radiasi inframerah untuk merasakan beberapa aspek sekitarnya. sensor inframerah dapat mengukur panas suatu benda, serta mendeteksi gerakan. Banyak dari jenis sensor hanya mengukur radiasi inframerah, bukan memancarkan itu, dan dengan demikian dikenal sebagai pasif inframerah (PIR) sensor.

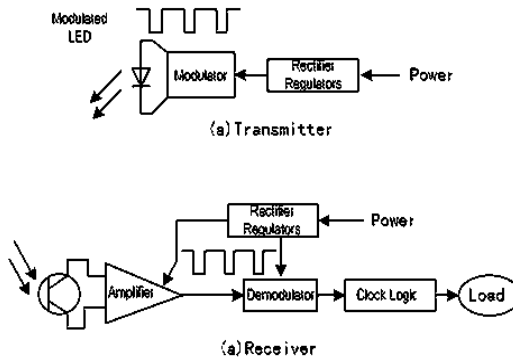
Semua benda memancarkan beberapa bentuk radiasi termal, biasanya dalam spektrum inframerah. radiasi ini tidak terlihat oleh mata kita, tetapi dapat dideteksi oleh sensor inframerah yang menerima dan menafsirkan itu. Dalam sebuah sensor inframerah khas seperti detektor gerakan, radiasi memasuki depan dan mencapai sensor itu sendiri di tengah perangkat. Bagian ini dapat terdiri dari lebih dari satu sensor individu, masing-masing yang dibuat dari bahan pyro-listrik, baik alami atau buatan. Ini adalah bahan yang menghasilkan tegangan listrik ketika dipanaskan atau didinginkan.

Karakteristik dari sensor IR yaitu Membutuhkan 10mA pada supply 5V, memiliki respon yang cepat yaitu Dua mili-detik , memiliki 15 ° sudut deteksi, memiliki

perlindungan kelas IP65 (Sangat debu dan perlindungan kelembaban), memiliki kisaran suhu operasi sebesar  $-25$  Ke  $+55$  ° C , memiliki Dimensi yaitu diameter 17mm, 45mm panjang dan Berat: 21 g.



**Gambar 2.4** Sensor Inframerah E18-D80NK [6]



**Gambar 2.5** Rangkaian Receiver dan Transmitter Sensor [6]

## 2.7 Buzzer

Buzzer merupakan komponen yang berfungsi untuk mengeluarkan suara, prinsip kerjanya pada dasarnya hampir sama dengan loud speaker, jadi buzzer juga terdiri atas kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm).

Buzzer terdapat banyak jenis, dari yang kecil hingga yang besar, semakin besar buzzer yang dipergunakan, maka tentunya penggunaan tegangan dan arusnya juga lebih besar. Berikut ini adalah gambar dari buzzer, dimana buzzer hanya memiliki dua kaki yaitu kaki positif dan kaki negatif.



**Gambar 2.6 Buzzer**



## **2.8 Lampu LED Peringatan**

Lampu LED merupakan lampu terbaru yang merupakan sumber cahaya yang efisien energinya. Ketika lampu LED memancarkan cahaya nampak pada gelombang spektrum yang sangat sempit, mereka dapat memproduksi “cahaya putih”. Hal ini sesuai dengan kesatuan susunan merah-biru-hijau atau lampu LED biru berlapis fosfor. Lampu LED bertahan dari 40.000 hingga 100.000 jam tergantung pada warna. Lampu LED digunakan untuk banyak penerapan pencahayaan seperti tanda keluar, sinyal lalu lintas, cahaya dibawah lemari, dan berbagai penerapan dekoratif. Walaupun masih dalam masa perkembangan, teknologi lampu LED sangat cepat mengalami kemajuan dan menjanjikan untuk masa depan. Pada cahaya sinyal lalu lintas, pasar yang kuat untuk LED, sinyal lalu lintas warna merah menggunakan lampu 10W yang setara dengan 196 LEDs, menggantikan lampu pijar yang menggunakan 150W. Berbagai perkiraan potensi penghematan energi berkisar dari 82% hingga 93%. Produk pengganti LED, diproduksi dalam berbagai bentuk termasuk batang ringan, panel dan sekrup dalam lampu LED, biasanya memiliki kekuatan 2-5W masing-masing, memberikan penghematan yang cukup berarti dibanding lampu pijar dengan bonus keuntungan masa pakai yang lebih lama, yang pada gilirannya mengurangi perawatan.



**Gambar 2.7** Lampu LED peringatan

## **2.9 Push Button**

Push Button merupakan suatu jenis saklar yang banyak dipergunakan dalam rangkaian pengendali dan pengaturan. Saklar ini bekerja dengan prinsip titik kontak NC atau NO saja, kontak ini memiliki 2 buah terminal baut sebagai kontak sambungan. Sedangkan yang memiliki kontak NC dan NO kontaknya memiliki 4 buah terminal baut. Push button akan bekerja bila ada tekanan pada tombol dan saklar ini akan memutus atau menghubungkan sesuai dengan jenisnya. Bila tekanan dilepas maka kontak akan kembali ke posisi semula karena ada tekanan pegas. Push Button pada umumnya memiliki konstruksi yang terdiri dari kontak bergerak dan kontak tetap. Dari konstruksinya, maka push button dibedakan menjadi beberapa tipe yaitu:

### **1. Tipe Normally Open (NO)**

Tombol ini disebut juga dengan tombol start karena kontak akan menutup bila ditekan dan kembali terbuka bila dilepaskan. Bila tombol ditekan maka kontak bergerak akan menyentuh kontak tetap sehingga arus listrik akan mengalir.

### 2. Tipe Normally Close (NC)

Tombol ini disebut juga dengan tombol stop karena kontak akan membuka bila ditekan dan kembali tertutup bila dilepaskan. Kontak bergerak akan lepas dari kontak tetap sehingga arus listrik akan terputus.

### 3. Tipe NC dan NO

Tipe ini kontak memiliki 4 buah terminal baut, sehingga bila tombol tidak ditekan maka sepasang kontak akan NC dan kontak lain akan NO, bila tombol ditekan maka kontak tertutup akan membuka dan kontak yang membuka akan tertutup.

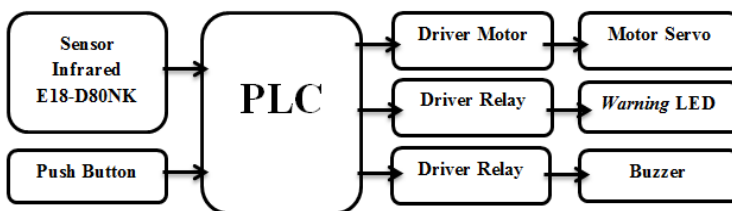


**Gambar 2.8** Push Button

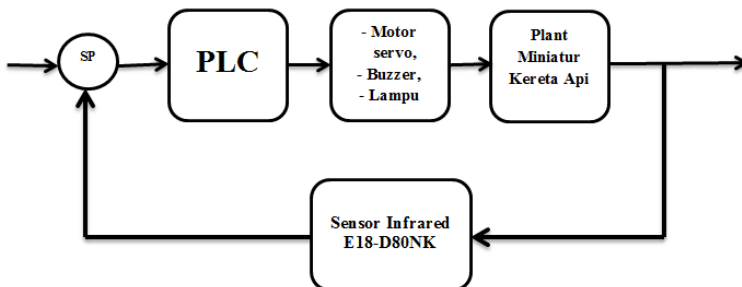
## BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

### 3.1 Blok Diagram Perancangan Alat

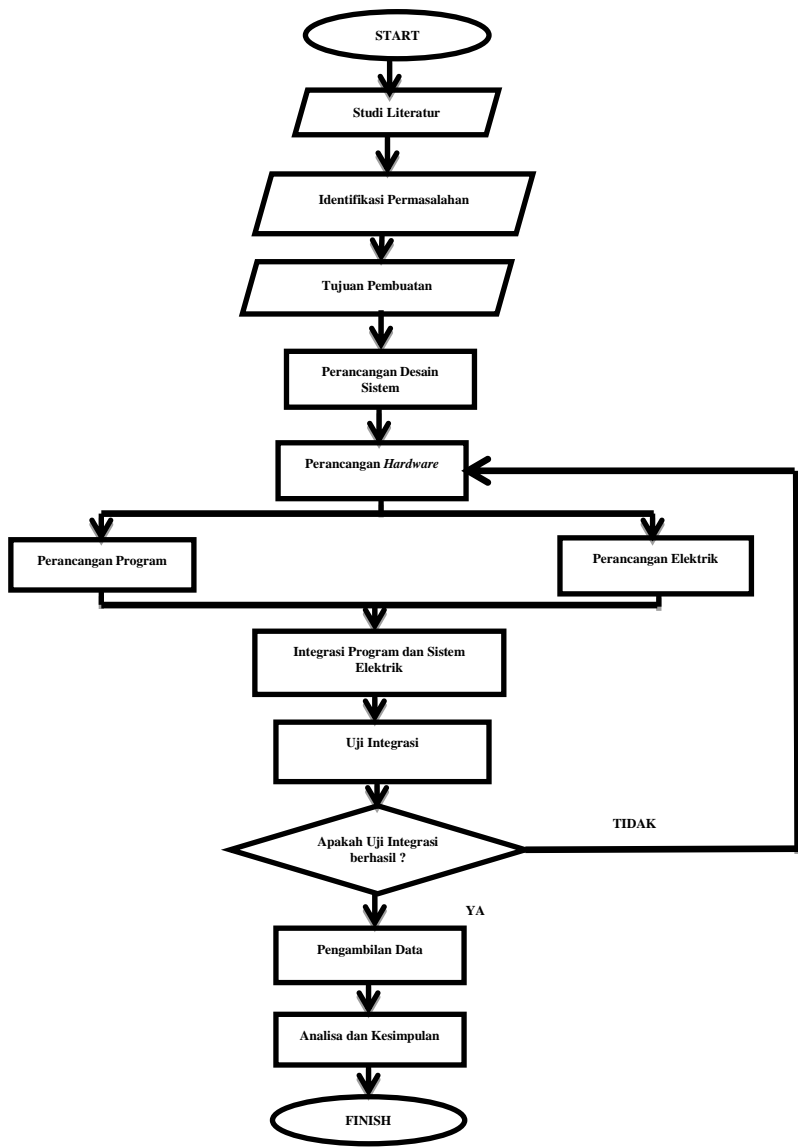
Perancangan dan pembuatan alat ini terdiri dari motor servo sebagai penggerak palang pintu beserta driver motor servo yang menggunakan IC555, PLC yang akan mengolah inputan dari sensor yang akan digunakan sebagai pemicu gerak servo dan deteksi benda di tengah rel kereta api, *Warning LED* dan *Buzzer* sebagai peringatan dini untuk dilakukan pengereman agar meminimalisir kecelakaan, *Push Button* sebagai tombol manual buka dan tutup palang pintu kereta api apabila sensor tidak dapat digunakan. Untuk memudahkan dalam perancangan dan pembuatan dibuat diagram blok seperti dibawah ini:



**Gambar 3.1** Diagram Blok Perancangan *Hardware* Palang Pintu Otomatis



**Gambar 3.2** Diagram Proses Palang Pintu Otomatis



**Gambar 3.3** *Flowchart* Perancangan Pembuatan Tugas Akhir

Pada gambar 3.1 dapat dijelaskan bahwa PLC mendapat masukan dari sensor E18-D80NK dan *pushbutton*. Kemudian masukan tersebut akan diproses oleh PLC sehingga dapat memberi keluaran pada *driver relay* dan driver motor untuk menggerakkan aktuator berupa motor servo, buzzer dan lampu. Pada gambar 3.2 merupakan diagram pengendalian dari sistem palang pintu kereta otomatis, dimana set point merupakan nyala dari sensor berupa masukan 24 V sehingga dapat dikontrol oleh kontroler berupa PLC yang selanjutnya akan melakukan aksi kepada aktuator yaitu motor servo, buzzer dan lampu yang ada pada plant palang pintu kereta otomatis yang kemudian kondisinya akan ditinjau kembali oleh sensor untuk disesuaikan dengan set point, Output dari sistem pengendalian ini merupakan pemberian tegangan 24 V kepada motor servo atau buzzer atau lampu sehingga dapat melakukan aksi palang buka, aksi palang tutup, maupun aksi buzzer dan lampu. Pada *Flowchart* gambar 3.3 dapat dilihat bahwa pertama dilakukan studi literatur kemudian setelah didapat literatur yang dibutuhkan dilakukan pengidentifikasian masalah pada alat, kemudian tujuan pembuatan, dan setelah dari ketiga kegiatan tersebut dilakukan, kemudian dapat dilakukan perancangan desain dari sistem yang akan digunakan. Setelah perancangan desain kemudian perancangan *Hardware*. Dari *Hardware* yang harus diselesaikan adalah dari perancangan sistem palang pintu kereta api otomatis, yaitu dalam bentuk program ladder diagram dari PLC, dan perancangan sistem elektrik dari sensor, motor servo, *buzzer*, dan lampu. Dari perancangan program PLC dan elektrik, dilakukan integrasi dari kedua perancangan tersebut dan dilakukan uji, jika uji yang dilakukan masih mengalami kendala maka dapat dikroscek kembali bagian perancangan *Hardware* kemudian menjalar ke perancangan program PLC dan elektrik dari alat. Dari uji integrasi dapat dilakukan pengambilan data dan dianalisa sehingga menjadi kesimpulan, dan tugas akhir ini dapat dikatakan selesai setelah semua analisa dan perancangan dapat dimasukkan kedalam laporan.

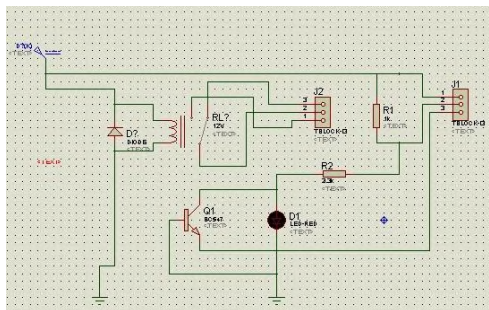
### 3.2 Perancangan dan Pembuat Perangkat Keras (*Hardware*)

#### 3.2.1 Perancangan Rangkaian Sensor Infrared

Rangkaian sensor infrared ini digunakan untuk menghubungkan sensor E18-D80NK yang bernilai HIGH dan LOW ke inputan PLC. Dimana sensor E18-D80NK digunakan untuk mendeteksi datangnya kereta, mendeteksi perginya kereta, serta mendeteksi kendaraan ditengah perlintasan kereta api. Didalam rangkaian ini terdapat resistor 1K $\Omega$ , resistor 3.3K $\Omega$ , relay 5 Volt, dioda 1 ampere, led merah 3 mm, dan transistor 2N3904. Rangkaian ini akan dihubungkan dengan rangkaian pengaman terlebih dahulu sebelum menjadi inputan ke PLC.



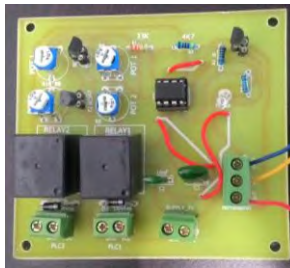
**Gambar 3.4** Hardware Sensor Infrared



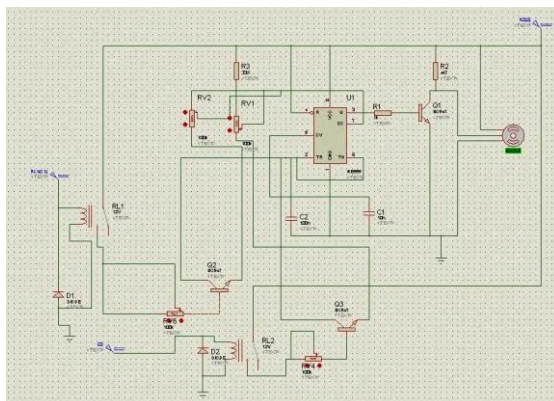
**Gambar 3.5** Rangkaian Sensor Infrared

### 3.2.2 Rangkaian *Driver* Motor

Rangkaian ini digunakan untuk mengatur motor servo agar bergerak sesuai buka tutup palang pintu kereta api. Untuk menjalankan rangkaian ini diperlukan 2 buah output dari PLC yaitu untuk membuka palang pintu dan menutup palang pintu. Dalam rangka membuka dan menutup palng pintu ini diperlukan Ic555 karena motor servo yang dipakai adalah motor servo PWM sehingga memerlukan inputan PWM. Didalam rangkaian ini terdapat IC 555, kapasitor, resistor, potensio, transistor BC547 dan relay 24V. Rangkaian ini akan dihubungkan ke motor servo, supply 5V dan ke rangkaian pengaman yang terhubung langsung dengan sinyal output dari PLC.



**Gambar 3.6** *Hardware Driver Motor*

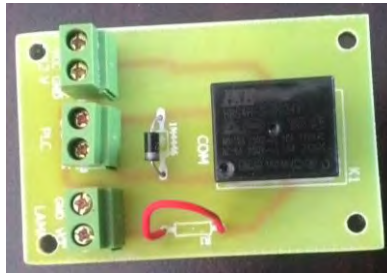


**Gambar 3.7** *Rangkaian Driver Motor*

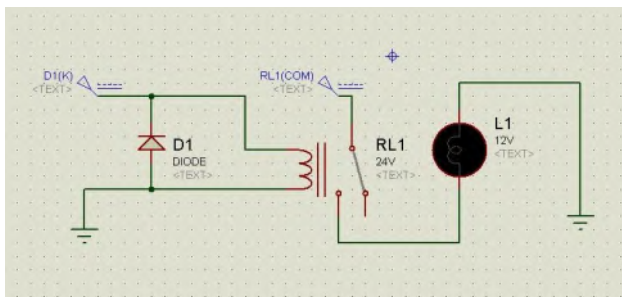


### 3.2.3 Rangkaian *Warning* LED

Rangkaian ini digunakan untuk memberi peringatan pada masinis kereta api untuk melakukan tindakan karena sensor mendeteksi adanya kendaraan yang mati diperlintasan kereta api. Untuk lampu *warning* LED sendiri telah dapat melakukan flip-flop sendiri sehingga rangkaian yang dibuat hanya untuk menyalakan lampu ini saja. Rangkaian ini tidak digunakan resistor satupun karena akan berdampak pada nyala lampu yang tidak sempurna. Sehingga rangkaian ini hanya digunakan relay 24V dan dioda 1 ampere. Rangkaian ini akan dihubungkan ke *warning* LED , supply 12 V dan rangkaian pengaman yang terhubung langsung dengan sinyal output dari PLC.



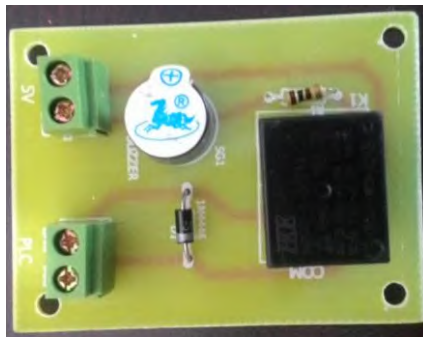
**Gambar 3.8** *Hardware Warning LED*



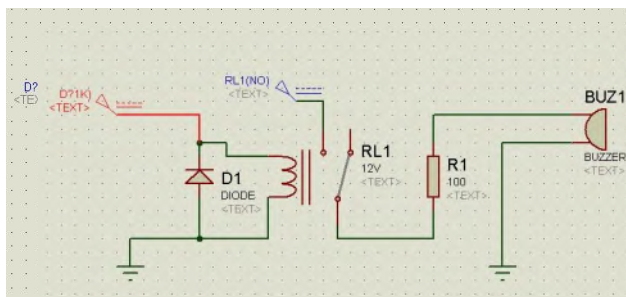
**Gambar 3.9** Rangkaian *Warning* LED

### 3.2.4 Rangkaian *Buzzer*

Rangkaian ini juga digunakan untuk memberi peringatan pada masinis kereta api untuk melakukan tindakan karena sensor mendeteksi adanya kendaraan yang mati diperlintasan kereta api. Untuk rangkaian *Buzzer* dapat dilakukan program flip flop pada PLC. Rangkaian ini menggunakan resistor 100 ohm karena saat dilakukan uji coba apabila digunakan resistor yang memiliki nilai lebih besar akan membuat nyala *buzzer* kecil. Rangkaian ini terdapat relay 24 V , dioda dan resistor. Rangkaian ini telah terpasang *buzzer* sehingga hanya dihubungkan ke supply 5V dan rangkaian pengaman yang terhubung langsung dengan sinyal output dari PLC.



**Gambar 3.10** *Hardware Buzzer*



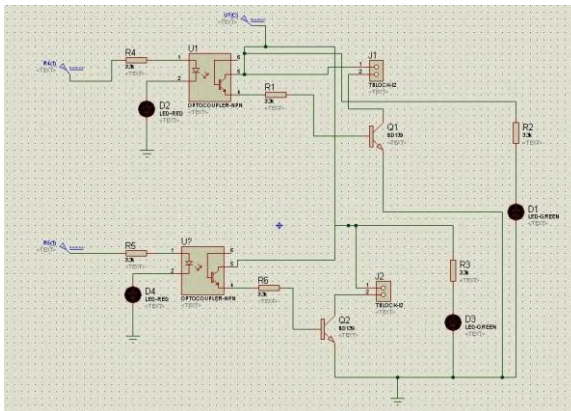
**Gambar 3.11** Rangkaian *Buzzer*

### 3.2.5 Rangkaian Pengaman

Rangkaian pengaman ini untuk mengamankan rangkaian motor, *buzzer* dan *warning* LED. Rangkaian pengaman akan melindungi semua rangkaian tersebut dengan memisahkan sinyal yang masuk dari PLC ke masing-masing rangkaian motor, *buzzer* dan *warning* LED. Pemisahan sinyal ini dilakukan dengan media optocoupler 4n35. Dalam rangkaian ini terdapat optocouler 4n35, led 3mm, resistor, dan transistor BD139. Rangkaian ini akan dihubungkan langsung dengan output PLC serta supply 24V sebagai supply untuk relay 24 V pada rangkaian driver motor, rangkaian *buzzer*, dan rangkaian *warning* LED.



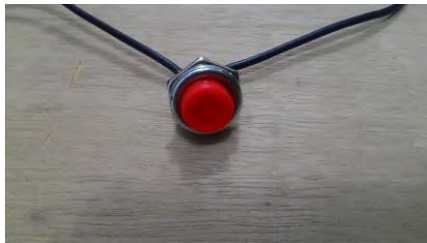
**Gambar 3.12** Hardware Rangkaian Pengaman



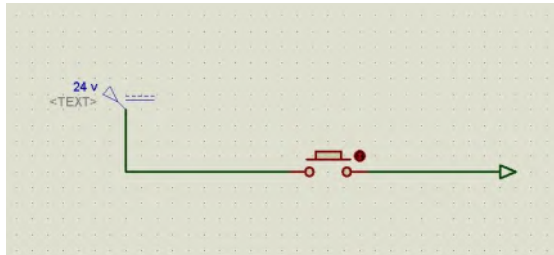
**Gambar 3.13** Rangkaian Pengaman

### 3.2.6 Rangkaian *Push Button*

Rangkaian *push button* digunakan sebagai rangkaian pembuka atau penutup manual pada sistem palang pintu kereta api untuk meminimalisir kesalahan apabila terdapat error yang tidak diinginkan pada sensor pembacaan kedatangan atau sensor pergi kereta. Rangkaian ini akan tersambung langsung dengan supply 24 V serta kaki yang lainnya tersambung pada rangkaian pengamannnnjj untuk menjadi masukan pada PLC.



**Gambar 3.14** *Hardware Rangkaian Push Button*

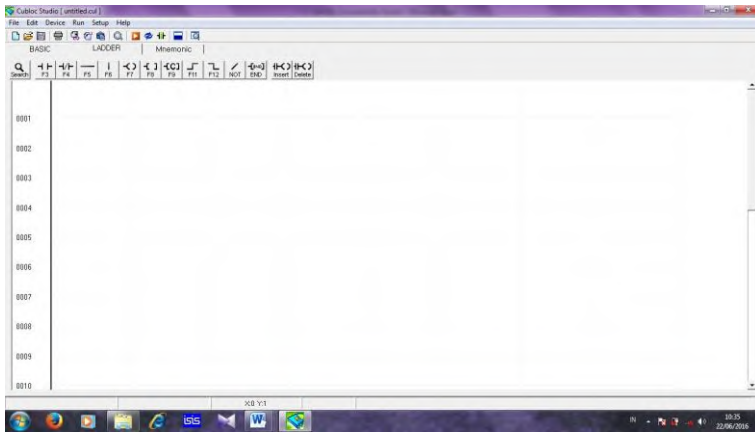


**Gambar 3.15** *Rangkaian Push Button*

## 3.3 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Lunak (*Software*)

Software yang digunakan pada tugas akhir adalah software Cubloc Studio. Software Cubloc Studio merupakan software yang digunakan untuk memprogram PLC CUBLOC. Didalam program ini terdapat dua buah jenis pilihan program yaitu menggunakan Basic program atau Ladder diagram. Pada software ini harus menggunakan basic program untuk melakukan inisialisasi program , namun apabila setelah inisialisasi program

lebih memilih *ladder* diagram atau meneruskan *basic* program bergantung pada pilihan dari user sendiri. Pada tugas akhir ini dilakukan pemrograman menggunakan ladder diagram.



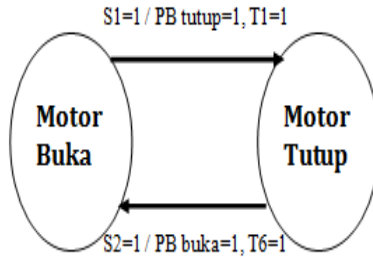
**Gambar 3.16** Cubloc Studio

Perancangan program Cubloc Studio pada sistem buka tutup palang pintu kereta otomatis adalah sebagai berikut :

1. Palang telah berhasil menutup apabila sensor kedatangan terhalangi oleh bagian depan kereta atau ketika *push button* tutup ditekan.
2. Palang telah berhasil membuka apabila bagian belakang kereta telah melewati sensor kepergian setelah 0,5 detik atau ketika *push button* buka ditekan.
3. Buzzer dan lampu telah berhasil hidup apabila sensor kedatangan telah terdeteksi setelah 0,5 detik dan sensor kendaraan terdeteksi.
4. Buzzer dan lampu telah dapat dimatikan saat push button buka ditekan, karena dianggap kondisi telah dapat dikendalikan.

Berikut ini adalah *Finite State Machine* pada masing –masing aktuator :

1.

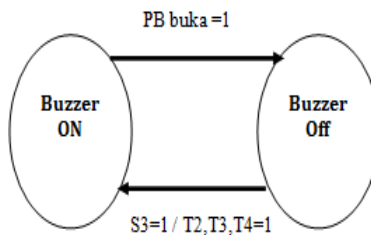


**Gambar 3.17** *Finite State Machine* Motor servo

Keterangan :

S1 = Sensor Kedatangan  
 S2 = Sensor kepergian  
 PB tutup = *Push Button* tutup  
 PB buka = *Push Button* buka  
 T1 = Timer ke -1

2.



**Gambar 3.18** *Finite State Machine* Buzzer

Keterangan :

S3 = Sensor Kendaraan

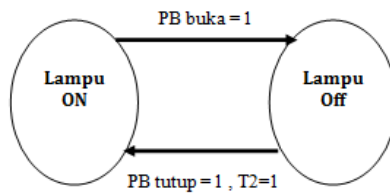
PB buka = *Push Button* buka

T2 = Timer ke -2

T3 = Timer ke -3

T4 = Timer ke -4

3.



**Gambar 3.19** *Finite State Machine* Lampu

Keterangan :

PB tutup = *Push Button* tutup

PB buka = *Push Button* buka

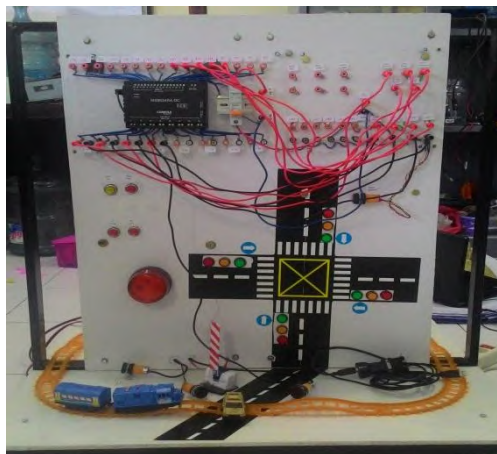
T2 = Timer ke -2

## BAB IV

### PENGUJIAN ALAT DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengujian Alat

Setelah dilakukan perancangan dan pembuatan *Miniplant* palang pintu kereta api otomatis berbasis PLC, maka perlu dilakukan pengujian terhadap alat yang sudah dibuat serta melakukan analisa secara menyeluruh terhadap hasil pengujian tersebut. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui performansi alat secara keseluruhan. Pengujian alat secara keseluruhan dilakukan pada perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Untuk perangkat keras yang digunakan ada 3 buah sensor sebagai sensor kedatangan kereta, sensor kepergian kereta, dan sensor kendaraan yaitu sensor E18-D80NK, motor servo sebagai pembuka dan penutup palang pintu, buzzer, dan warning LED sebagai peringatan untuk kereta api. Dan juga PLC sebagai pemroses sinyal keluaran dari sensor dan dapat dilakukan aksi untuk membuka dan menutup palang pintu serta dilakukan pemberian peringatan pada kereta api. Berikut adalah gambar plant palang pintu kereta otomatis:

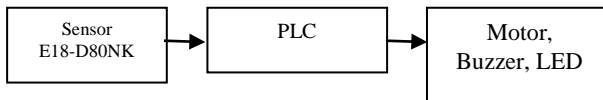


**Gambar 4.1** Plant Palang Pintu Otomatis

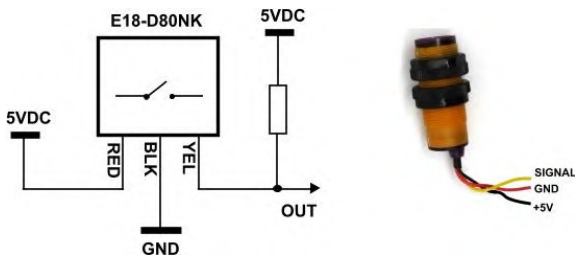


#### 4.1.1 Sensor E18-D80NK

Dalam pengujian sensor E18-D80NK, masukan sensor E18-D80NK adalah dari adanya kereta api mainan atau benda yang diasumsikan kendaraan yang menghalangi sensor sehingga dapat mengirimkan sinyal *High* atau *Low* kepada PLC untuk diproses lebih lanjut, kemudian untuk blok diagram sensor a3144 dapat dilihat pada Gambar 4.1. Untuk konfigurasi yang digunakan bisa dilihat pada (Tabel 4.1.) dan Gambar 4.2.



**Gambar 4.2** Diagram Blok Sensor E18-D80NK



**Gambar 4.3** Konfigurasi Sensor E18-D80NK [5]

**Tabel 4.1** Konfigurasi Pin pada Sensor E18-D80NK

No.	Kabel	Pin Arduino
1	Merah	Vcc
2	Kuning	Out
3	Hijau	Ground

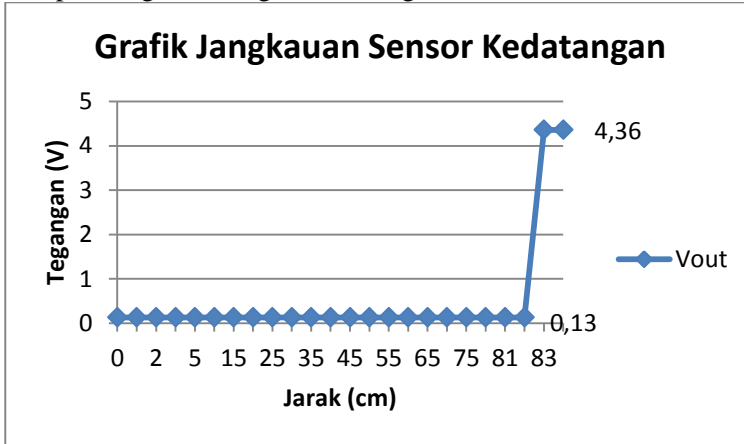
Setelah dilakukan pengujian jangkauan sensor E18-D80NK dengan perbandingan jarak menggunakan penggaris serta penghalang didapatkan data sebagai berikut :

# 1. Uji sensor Kedatangan

**Tabel 4.2** Uji Jangkauan Sensor Kedatangan

No	Jarak	Vout	Respon
1	0 cm	0,13 V	Terbaca
2	1 cm	0,13 V	Terbaca
3	2 cm	0,13 V	Terbaca
4	3 cm	0,13 V	Terbaca
5	5 cm	0,13 V	Terbaca
6	10 cm	0,13 V	Terbaca
7	15 cm	0,13 V	Terbaca
8	20 cm	0,13 V	Terbaca
9	25 cm	0,13 V	Terbaca
10	30 cm	0,13 V	Terbaca
11	35 cm	0,13 V	Terbaca
12	40 cm	0,13 V	Terbaca
13	45 cm	0,13 V	Terbaca
14	50 cm	0,13 V	Terbaca
15	55 cm	0,13 V	Terbaca
16	60 cm	0,13 V	Terbaca
17	65 cm	0,13 V	Terbaca
18	70 cm	0,13 V	Terbaca
19	75 cm	0,13 V	Terbaca
20	80 cm	0,13 V	Terbaca
21	81 cm	0,13 V	Terbaca
22	82 cm	0,13 V	Terbaca
23	83 cm	4,36 V	Tak Terbaca
24	85 cm	4,36 V	Tak Terbaca

Dari data tabel 4.2 dapat disimpulkan bahwa jangkauan maksimal dari sensor dapat terbaca adalah 82 cm. Sehingga didapatkan grafik Jangkauan sebagai berikut :



**Gambar 4.4** Grafik Jangkauan Sensor Kedatangan

Pada gambar 4.4 dapat dilihat bahwa saat jarak 0 cm hingga 82 cm nilai Vout sensor bernilai 0,13 V yang berarti sensor terbaca, dan pada 83 cm dan seterusnya tidak terbaca. Berdasarkan data yang telah didapatkan dari pengujian sensor E18-D80NK pada tabel 4.2 menghasilkan data sebagai berikut :

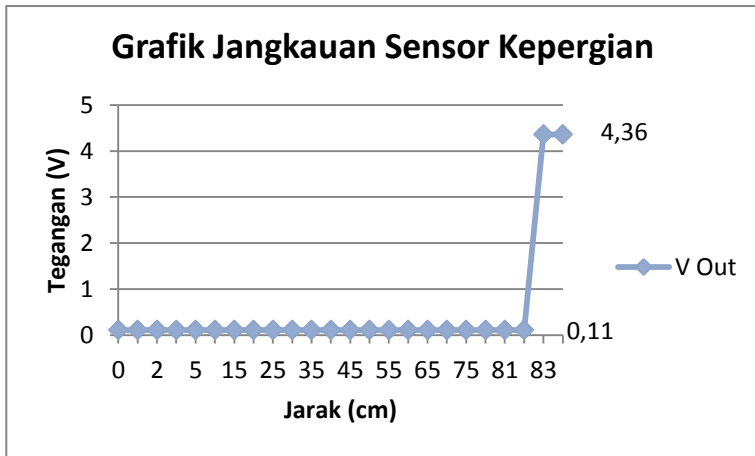
- Range : 0 cm-82 cm
- Span : 82 cm
- Sensitivitas :  $\frac{\Delta O}{\Delta I} = \frac{4,36 - 0,13}{5 - 0} = 0,846$

## 2. Uji Sensor Kepergian

**Tabel 4.3** Uji Jangkauan Sensor Kepergian

<b>No</b>	<b>Jarak</b>	<b>Vout</b>	<b>Respon</b>
1	0 cm	0,11 V	Terbaca
2	1 cm	0,11 V	Terbaca
3	2 cm	0,11 V	Terbaca
4	3 cm	0,11 V	Terbaca
5	5 cm	0,11 V	Terbaca
6	10 cm	0,11 V	Terbaca
7	15 cm	0,11 V	Terbaca
8	20 cm	0,11 V	Terbaca
9	25 cm	0,11 V	Terbaca
10	30 cm	0,11 V	Terbaca
11	35 cm	0,11 V	Terbaca
12	40 cm	0,11 V	Terbaca
13	45 cm	0,11 V	Terbaca
14	50 cm	0,11 V	Terbaca
15	55 cm	0,11 V	Terbaca
16	60 cm	0,11 V	Terbaca
17	65 cm	0,11 V	Terbaca
18	70 cm	0,11 V	Terbaca
19	75 cm	0,11 V	Terbaca
20	80 cm	0,11 V	Terbaca
21	81 cm	0,11 V	Terbaca
22	82 cm	0,11 V	Terbaca
23	83 cm	4,36 V	Tak Terbaca
24	85 cm	4,36 V	Tak Terbaca

Dari data tabel 4.3 dapat disimpulkan bahwa jangkauan maksimal dari sensor dapat terbaca adalah 82 cm. Sehingga didapatkan grafik jangkauan sebagai berikut :



**Gambar 4.5** Grafik Jangkauan Sensor Kepergian

Pada gambar 4.5 dapat dilihat bahwa saat jarak 0 cm hingga 82 cm nilai Vout sensor bernilai 0,11 V yang berarti sensor terbaca, dan pada 83 cm dan seterusnya tidak terbaca. Berdasarkan data yang telah didapatkan dari pengujian sensor E18-D80NK pada tabel 4.3 menghasilkan data sebagai berikut :

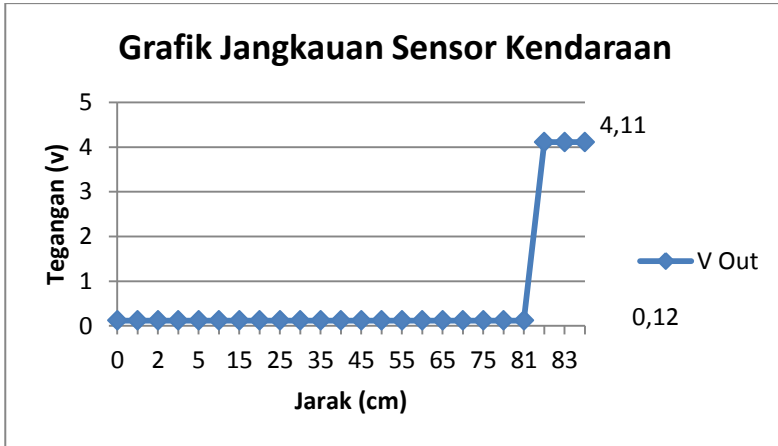
- Range : 0 cm-82 cm
- Span : 82 cm
- Sensitivitas :  $\frac{\Delta O}{\Delta I} = \frac{4,36 - 0,11}{5 - 0} = 0,85$

### 3. Uji Sensor Kendaraan

**Tabel 4.4** Uji Jangkauan Sensor Kepergian

<b>No</b>	<b>Jarak</b>	<b>Vout</b>	<b>Respon</b>
1	0 cm	0,12 V	Terbaca
2	1 cm	0,12 V	Terbaca
3	2 cm	0,12 V	Terbaca
4	3 cm	0,12 V	Terbaca
5	5 cm	0,12 V	Terbaca
6	10 cm	0,12 V	Terbaca
7	15 cm	0,12 V	Terbaca
8	20 cm	0,12 V	Terbaca
9	25 cm	0,12 V	Terbaca
10	30 cm	0,12 V	Terbaca
11	35 cm	0,12 V	Terbaca
12	40 cm	0,12 V	Terbaca
13	45 cm	0,12 V	Terbaca
14	50 cm	0,12 V	Terbaca
15	55 cm	0,12 V	Terbaca
16	60 cm	0,12 V	Terbaca
17	65 cm	0,12 V	Terbaca
18	70 cm	0,12 V	Terbaca
19	75 cm	0,12 V	Terbaca
20	80 cm	0,12 V	Terbaca
21	81 cm	0,12 V	Terbaca
22	82 cm	4,11 V	Tak Terbaca
23	83 cm	4,11 V	Tak Terbaca
24	85 cm	4,11 V	Tak Terbaca

Dari data tabel 4.4 dapat disimpulkan bahwa jangkauan maksimal dari sensor dapat terbaca adalah 81 cm. Sehingga didapatkan grafik Jangkauan sebagai berikut :



**Gambar 4.6** Grafik Jangkauan Sensor Kendaraan

Pada gambar 4.6 dapat dilihat bahwa saat jarak 0 cm hingga 81 cm nilai Vout sensor bernilai 0,12 V yang berarti sensor terbaca, dan pada 82 cm dan seterusnya tidak terbaca. Berdasarkan data yang telah didapatkan dari pengujian sensor E18-D80NK pada tabel 4.4 menghasilkan data sebagai berikut :

- Range : 0 cm-82 cm
- Span : 82 cm
- Sensitivitas :  $\frac{\Delta O}{\Delta I} = \frac{4,11 - 0,12}{5 - 0} = 0,798$

Dari tabel 4.3 , tabel 4.4, dan tabel 4.5 didapatkan nilai keluaran masing-masing sensor ketika terhalangi dan tidak terhalangi. Berikut adalah nilai tegangan keluaran pada masing masing sensor :

**Tabel 4.5** Tegangan Keluaran Sensor E18-D80NK

No	Sensor	Tak Terhalangi	Terhalangi
1	Sensor 1	4,36 V	0,13 V
2	Sensor 2	4,36 V	0,11 V
3	Sensor 3	4,11 V	0,12 V

Dari tabel 4.5 dapat disimpulkan bahwa tegangan keluaran ketika sensor tidak terhalangi hampir mendekati 5V dan ketika terhalangi sensor mengeluarkan tegangan hampir mendekati 0V. Setelah dilakukan pengujian jangkauan sensor didapatkan data sebagai berikut berikut :

**Tabel 4.6** Maksimal Jangkauan Sensor E18-D80NK

No	Nama	Maksimal Jangkauan
1	Sensor 1	82 cm
2	Sensor 2	82 cm
3	Sensor 3	81 cm

Dari data tabel 4.6 dapat disimpulkan bahwa jangkauan maksimal dari sensor dapat terbaca adalah 50 cm. Pada miniatur diatur jarak maksimum untuk masing –masing sensor adalah :

**Tabel 4.7** Set Point Jangkauan Sensor E18-D80NK

No	Nama	Set Point
1	Sensor 1	16 cm
2	Sensor 2	14 cm
3	Sensor 3	14 cm

Pengaturan set point ini didasarkan dari keterbatasan plant miniatur kereta api yang hanya berukuran 70 cm x 80 cm. Sensor 1 merupakan sensor kedatangan kereta api yang cukup



memiliki tempat pemancaran sensor sepanjang 16 cm, sedangkan untuk sensor kepergian lereta dan sensor kendaraan atau benda yang berada di rel kereta diatur lebih pendek yaitu sejauh 14 cm hal ini disesuaikan dengan luas area masing masing sensor yang terbatas atau karena keduanya ditempatkan di area depan plant sehingga ditakutkan mengganggu sistem apabila terlalu jauh jarak pemancaran pada kedua sensor. Berikut adalah hasil percobaan pencapaian set point pada masing-masing sensor:

**Tabel 4.8** Respon Jaungkauan Sensor E18-D80NK

No	Jarak	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3
1	10 cm	On	On	On
2	12 cm	On	On	On
3	14 cm	On	On	On
4	16 cm	On	Off	Off
5	18 cm	Off	Off	Off

Dari tabel 4.8 dapat disimpulkan Sensor telah bekerja sesuai dengan jangkauan maksimumnya yaitu untuk sensor 1 sejauh 16 cm, sensor 2 sejauh 14 cm, dan sensor 3 sejauh 14 cm.

#### 4.1.2 Rangkaian Driver motor

Rangkaian driver motor yang digunakan menggunakan 1 buah IC 555. IC ini akan memberikan sinyal PWM pada rangkaian motor servo agar bergerak sesuai dengan keinginan. Pada rangkaian ini akan diatur untuk pembuatan palang pintu kereta api mebuca dan menutup. Pada gambar dibawah ini merupakan sinyal PWM ketika motor membuka dan menutup :



**Gambar 4.7** Sinyal PWM Kondisi Motor Buka



**Gambar 4.8** Sinyal PWM Kondisi Motor Tutup

Sinyal PWM dengan kondisi motor buka memiliki nilai 31.2%. Sedangkan saat motor tutup nilai yang dihasilkan adalah 43.9%. Berikut ini adalah output dari masing masing kondisi :

**Tabel 4.9** Tegangan Keluaran Motor Buka dan Motor Tutup

No	Kondisi	Tegangan Keluaran
1	Motor Buka	13,1 Volt
2	Motor Tutup	7.2 Volt

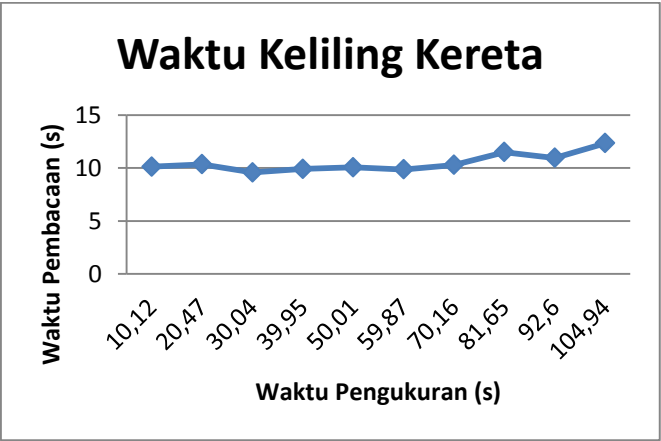
#### 4.1.3 Miniatur Kereta Api

Miniatur kereta api yang digunakan memiliki keliling sebesar 2,3 meter. Dalam pengujian kecepatan miniatur dilakukan pengambilan data sebanyak 10 kali dengan menggunakan baterai 3 Volt baru , berikut ini adalah hasil pengambilan data waktu yang diperlukan miniatur kereta dalam satu kali putaran:

**Tabel 4.10** Waktu Keliling Miniatur

No	Waktu (s)
1	10,12
2	10,35
3	9,57
4	9,91
5	10,06
6	9,86
7	10,29
8	11,49
9	10,95
10	12,34
Rata-Rata	10,494

Dari tabel 4.10 didapatkan grafik sebagai berikut :



**Gambar 4.9** Grafik Waktu Keliling Kereta

Dari gambar 4.9 dapat disimpulkan bahwa waktu keliling kereta semakin melambat . Hal ini sangat dipengaruhi oleh baterai dari miniatur itu sendiri yang menggunakan baterai 3 V.

Dari waktu rata-rata sebesar 10.949 s dan keliling rel kereta miniatur sepanjang 2.3 meter dapat dicari kecepatan kereta miniatur dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V = \frac{s}{t}$$

Keterangan:

V = Kecepatan (m/s)

S = Jarak (m)

t = Waktu (s)

Sehingga didapatkan nilai kecepatan dari miniatur kereta adalah :

$$V = \frac{s}{t}$$

$$V = \frac{2,3 \text{ meter}}{10.49 \text{ sekon}}$$

$$V = 0.22 \text{ m/s}$$

Kecepatan miniatur kereta api yang akan digunakan adalah 0.22 m/s.

#### 4.1.4 Peletakan Sensor

Pada tugas akhir ini digunakan 3 buah sensor E18-D80NK. Setiap sensor memiliki fungsi masing masing . Sensor 1 digunakan untuk mendeteksi kedatangan kereta api , sensor 2 untuk mendeteksi kepergian kereta api, dan sensor 3 untuk mendeteksi kendaraan / benda yang masih berada diperlintasan kereta sesaat kereta akan melintas.

Pada kereta api yang sebenarnya memiliki kecepatan maksimal rata-rata sebesar 100 km/jam dan memiliki waktu penutupan palang pintu kereta rata-rata dalam waktu 5 menit, maka waktu kedatangan kereta ke palang pintu harus kurang dari 5 menit. Sehingga dapat diambil waktu 3 menit untuk menunggu datangnya kereta api ke palang pintu. Berikut ini adalah penyelesaian peletakan sensor kedatangan kereta api yang sebenarnya :

$$\begin{aligned}
 \text{Kecepatan kereta} & : 100 \text{ km/jam} \\
 & = 1,6 \text{ km/menit} \\
 & = 27.77 \text{ m/s} \\
 \text{Waktu Penutupan kereta} & : 3 \text{ menit} \\
 \text{Peletakan Sensor kedatangan} & : 1,6 \text{ km/ menit} \times 3 \text{ menit} \\
 & = 4,8 \text{ km}
 \end{aligned}$$

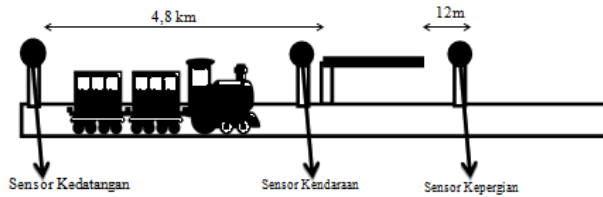
Peletakan sensor kedatangan pada miniatur dilakukan dengan perbandingan 1: 12.000 dari jarak yang sebenarnya. Hal Ini berdasarkan kesuaian dengan Plant yang dibuat. Berikut ini perhitungan jarak sensor kedatangan:

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak sensor kedatangan} & = \frac{\text{Letak sensor sebenarnya}}{12.000} \\
 & = \frac{4,8 \text{ km}}{12.000} \\
 & = 40 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Untuk peletakan sensor pembukaan pada palang pintu sebenarnya dilakukan setelah 12 m dari Palang pintu karena untuk menghindari kemacetan yang panjang dan ketidaksabaran dari pengguna jalan. Sehingga jarak sensor kepergian dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut :

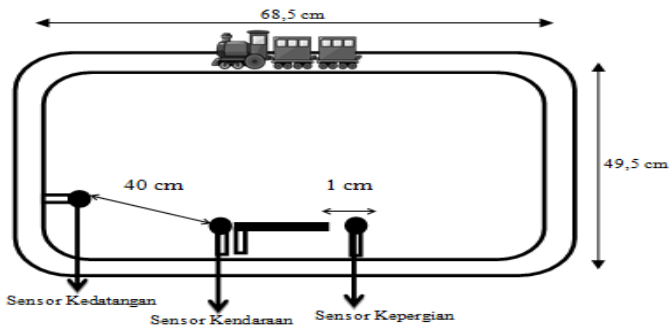
$$\begin{aligned}
 \text{Jarak sensor kepergian} & = \frac{\text{Letak sensor sebenarnya}}{12.000} \\
 & = \frac{12 \text{ m}}{12.000} \\
 & = 1 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Untuk sensor kendaraan diletakkan didekat dengan palang kereta api karena biasanya kendaraan yang mati pada perlintasan kereta api terletak didekat palang pintu. Berikut ini adalah ilustrasi peletakan sensor pada perlintasan kereta api yang sebenarnya :



**Gambar 4.10** Peletakan Sensor Perlintasan Kereta Api

Pada miniatur kereta api, peletakan sensor kedatangan diletakkan pada 40 cm dari palang pintu , sensor kepergian pada 1 cm dari palang pintu , dan sensor kendaraan didekat palang pintu kereta api. Peletakan sensor pada miniatur dapat digambar sebagai berikut :



**Gambar 4.11** Peletakan Sensor Miniatur Kereta Api

4.2 Pengujian Keseluruhan Alat

Pengujian alat telah dilakukan sebanyak 5 kali. Dari pengujian alat didapatkan tabel sebagai berikut :

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Alat

No	Percobaan Ke-	Input	Output			
			Motor Tutup	Motor Buka	Buzzer	Lampu
1	Pertama	Sensor 1	On	Off	Off	Off
		Sensor 2	Off	On	Off	Off
		Sensor 3	Off	Off	On	On
		PB Tutup	On	Off	Off	Off
		PB Buka	Off	On	Off	Off
2	Kedua	Sensor 1	On	Off	Off	Off
		Sensor 2	Off	On	Off	Off
		Sensor 3	Off	Off	On	On
		PB Tutup	On	Off	Off	Off
		PB Buka	Off	On	Off	Off
3	Ketiga	Sensor 1	On	Off	Off	Off
		Sensor 2	Off	On	Off	Off
		Sensor 3	Off	Off	On	On
		PB Tutup	On	Off	Off	Off
		PB Buka	Off	On	Off	Off
4	Keempat	Sensor 1	On	Off	Off	Off
		Sensor 2	Off	On	Off	Off
		Sensor 3	Off	Off	On	On
		PB Tutup	On	Off	Off	Off
		PB Buka	Off	On	Off	Off

Tabel 4.12 Lanjutan

No	Percobaan Ke-	Input	Output			
			Motor Tutup	Motor Buka	Buzzer	Lampu
5	Kelima	Sensor 1	On	Off	Off	Off
		Sensor 2	Off	On	Off	Off
		Sensor 3	Off	Off	On	On
		PB Tutup	On	Off	Off	Off
		PB Buka	Off	On	Off	Off

Dari kelima percobaan, rancang bangun telah menunjukkan kesuaian dengan program yang diinginkan , yaitu :

1. Palang telah berhasil menutup apabila sensor kedatangan terhalangi oleh bagian depan kereta atau ketika *push button* tutup ditekan.
2. Palang telah berhasil membuka apabila bagian belakang kereta telah melewati sensor kepergian setelah 0,5 detik atau ketika *push button* buka ditekan.
3. Buzzer dan lampu telah berhasil hidup apabila sensor kedatangan telah terdeteksi setelah 0,5 detik dan sensor kendaraan terdeteksi.
4. Buzzer dan lampu telah dapat dimatikan saat push button buka ditekan, karena dianggap kondisi telah dapat dikendalikan.

Dalam percobaan dilakukan pencatatan waktu penutupan palang yang dilakukan sesaat setelah sensor datang terkena dan sebelum palang membuka kembali. Berikut ini adalah data waktu penutupan palang dalam 5 kali percobaan:

#### 4.2.1 Respon Sistem Pada Palang Pintu Tutup

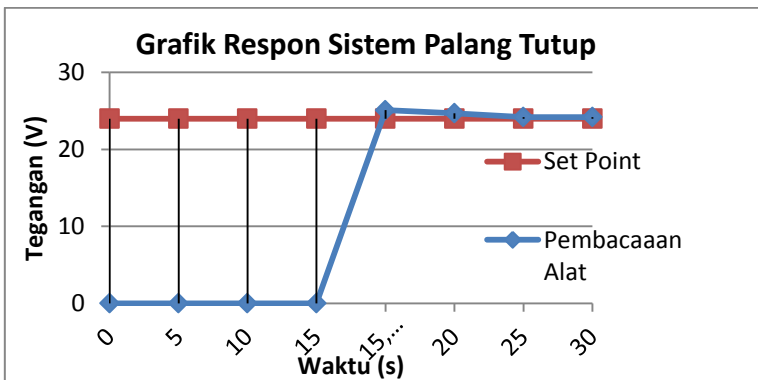
Palang pintu akan tertutup ketika sensor kedatangan mendeteksi kedatangan kereta. Berikut ini data respon dengan menggunakan stopwatch setiap 15 detik:



**Tabel 4.13** Waktu Respon Sistem Palang Tutup

No	Percobaan Ke-	Waktu Respon (detik)
1	1	0,32
2	2	0,43
3	3	0,45
4	4	0,37
5	5	0,49
Rata-rata		0,412

Dari tabel 4.13 dilakukan penghalangan sensor setiap 15 detik sebanyak 5 kali. Waktu respon adalah waktu ketika sensor datang mendeteksi kereta hingga palang pintu menutup. Sehingga didapat rata –rata respon penutupan palang sebesar 0,412 detik. Palang kereta akan menutup apabila rangkaian motor tutup menerima input apabila menerima input sebesar 24 V dan akan mati apabila menerima input sebesar 0 V dari PLC. Dari data tersebut didapatkan grafik respon sistem palang tutup sebagai berikut:

**Gambar 4.12** Grafik Respon Sistem Palang Tutup

Pada gambar 4.12 data tegangan keluaran diambil setiap 5 detik hingga detik ke-30. Pada detik ke-15 sensor terhalangi oleh kereta sehingga sistem akan melakukan penutupan palang pintu. Dari grafik respon sistem palang tutup dapat disimpulkan bahwa nilai *rise time* sistem sebesar 0,412 detik, *Settling time* sebesar 10 detik, *error steady state* rata-rata sebesar 0,2 V, dan *overshoot* maksimum sebesar 1,1 V.

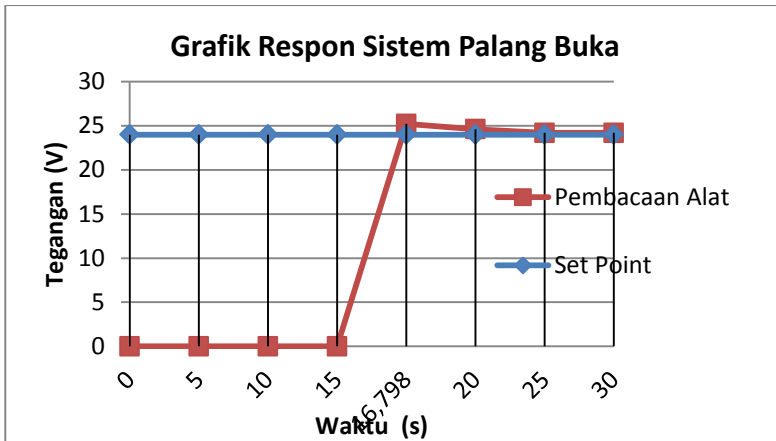
#### 4.2.2 Respon Sistem Pada Palang Pintu Buka

Palang pintu akan tertutup ketika sensor kepergian mendeteksi kepergian kereta. Berikut ini data respon dengan menggunakan stopwatch setiap 15 detik:

**Tabel 4.14 Waktu Respon Sistem Palang Buka**

No	Percobaan Ke-	Waktu Respon (detik)
1	1	1,62
2	2	1,84
3	3	1,93
4	4	1,75
5	5	1,85
<b>Rata-rata</b>		1,798

Dari tabel 4.14 dilakukan penghalangan sensor setiap 15 detik sebanyak 5 kali. Waktu respon adalah waktu ketika sensor pergi mendeteksi bagian belakang kereta telah melewati sensor hingga palang pintu melakukan pembukaan. Sehingga didapat rata –rata respon penutupan palang sebesar 1,798 detik. Palang kereta akan membuka apabila rangkaian motor buka menerima input sebesar 24 V dan akan mati apabila menerima input sebesar 0 V dari PLC. Dari data tersebut didapatkan grafik respon sistem palang tutup sebagai berikut:



**Gambar 4.13** Grafik Respon Sistem Palang Buka

Pada gambar 4.13 data tegangan keluaran diambil setiap 5 detik hingga detik ke-30. Pada detik ke-15 sensor terhalangi oleh kereta sehingga sistem akan melakukan pembukaan palang pintu. Dari grafik respon sistem palang tutup dapat disimpulkan bahwa nilai *rise time* sistem sebesar 1,798 detik, *settling time* sebesar 10 detik, *error steady state* rata-rata sebesar 0,2 V, dan *overshoot* maksimum sebesar 1,2 V.

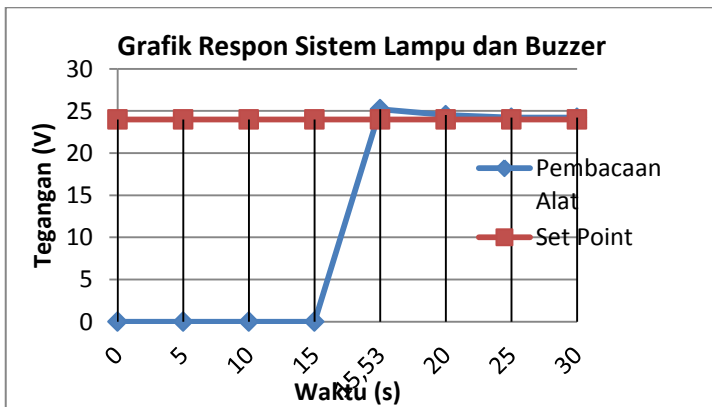
#### 4.2.3 Respon Sistem Pada Lampu dan Buzzer

Sistem Lampu dan Buzzer akan menyala apabila ketika sensor kedatangan mendeteksi kedatangan kereta sesaat bersamaan dengan sensor kendaraan mendeteksi adanya kendaraan ditengah perlintasan. Berikut ini data respon dengan menggunakan stopwatch setiap 15 detik:

**Tabel 4.15** Waktu Respon sistem Buzzer dan Lampu

No	Percobaan Ke-	Waktu Respon
1	1	0,45
2	2	0,58
3	3	0,58
4	4	0,49
5	5	0,55
Rata-rata		0,53

Dari tabel 4.15 dilakukan penghalangan sensor setiap 15 detik sebanyak 5 kali. Waktu respon adalah waktu ketika sensor datang mendeteksi kedatangan kereta sesaat bersamaan dengan sensor kendaraan mendeteksi adanya kendaraan ditengah perlintasan hingga buzzer dan lampu menyala. Sehingga didapat rata – rata respon penutupan palang sebesar 0,53 detik. Lampu dan buzzer akan menyala apabila rangkaian lampu dan buzzer menerima input sebesar 24 V dan akan mati apabila menerima input sebesar 0 V dari PLC. Dari data tersebut didapatkan grafik respon sistem palang tutup sebagai berikut:

**Gambar 4.14** Grafik Respon Sistem Lampu dan Buzzer

Pada gambar 4.14 data tegangan keluaran diambil setiap 5 detik hingga detik ke-30. Pada detik ke-15 sensor terhalangi oleh kereta sehingga sistem akan melakukan pembukaan palang pintu. Dari grafik respon sistem palang tutup dapat disimpulkan bahwa nilai *rise time* sistem sebesar 0,53 detik, *Settling time* sebesar 10 detik, *error steady state* rata-rata sebesar 0,2 V, dan *overshoot* maksimum sebesar 1,2 V.

### 4.3 Pembahasan

Pada tugas akhir Rancang Bangun Prototipe Palang Pintu Kereta Api Otomatis berbasis PLC CUBLOC telah dilakukan percobaan sistem sesuai perancangan pada BAB III.

Pengujian sistem yang dilakukan sebanyak 5 kali dan telah menunjukkan kesesuaian program. Dalam proses pembentukan sistem telah dilakukan uji sensor, uji rangkaian, pembuatan plant, serta perhitungan jarak peletakan sensor. Pada pengujian sensor telah dilakukan uji jangkauan. Uji jangkauan maksimal pada masing – masing sensor adalah 82 cm pada sensor kedatangan, 82 cm pada sensor kepergian, dan 81 cm pada sensor kendaraan yang sebelumnya telah ditentukan jangkauan yang diinginkan yaitu untuk sensor 1 (sensor kedatangan) dengan jangkauan sejauh 16 cm, sensor 2 (sensor kepergian) dengan jangkauan sejauh 14 cm, dan sensor 3 (sensor kendaraan) dengan jangkauan sejauh 14 cm, dimana setiap sensor telah berfungsi sesuai set point tersebut. Sensitivitas yang didapatkan adalah 0,846 untuk sensor kedatangan, 0,85 untuk sensor kepergian, dan 0,798 untuk sensor kendaraan. Pada pengujian rangkaian yaitu rangkaian sensor, motor servo, buzzer, dan lampu telah berhasil berjalan sesuai yang diinginkan. Pada rangkaian sensor saat sensor bernilai 1 akan memicu relay dengan Vout pada masing – masing sensor sebesar 0,13V (sensor 1), 0,11V (sensor 2), dan 0,12V (sensor 3) sehingga dapat menginputkan 24V yang telah sesuai dengan kebutuhan input pada PLC. Pada rangkaian motor servo, buzzer, dan lampu telah berhasil On ketika diberi input sebesar 24V dari output PLC. Peletakan sensor pada palang kereta sebenarnya

yaitu sejauh 4,8 km sebelum palang untuk mendeteksi kedatangan kereta, 12 m setelah palang pintu untuk mendeteksi kepergian kereta dan sensor kendaraan yang berada didekat palang pintu untuk mendeteksi kendaraan yang mati ditengah perlintasan kereta sesaat sebelum kereta melintas. Sedangkan peletakan sensor pada miniatur dilakukan perbandingan sebesar 1:12000 dari jarak yang sebenarnya sehingga didapatkan jarak sensor sejauh 40 cm sebelum palang untuk mendeteksi kedatangan kereta, 1 cm setelah palang pintu untuk mendeteksi kepergian kereta dan sensor kendaraan yang berada didekat palang pintu untuk mendeteksi benda ditengah perlintasan kereta sesaat sebelum kereta melintas. Pada sistem telah dibuat grafik respon pada masing-masing sistem yaitu pada sistem palang tutup memiliki nilai *rise time* sistem sebesar 0,412 detik, *settling time* sebesar 10 detik, *error steady state* rata-rata sebesar 0,2 V, dan *overshoot* maksimum sebesar 1,1 V. Pada sistem palang buka memiliki nilai *rise time* sistem sebesar 1,798 detik, *settling time* sebesar 10 detik, *error steady state* rata-rata sebesar 0,2 V, dan *overshoot* maksimum sebesar 1,2 V. Pada sistem lampu dan buzzer memiliki nilai *rise time* sistem sebesar 0,53 detik, *settling time* sebesar 10 detik, *error steady state* rata-rata sebesar 0,2 V, dan *overshoot* maksimum sebesar 1,2 V. Plant modul praktikum PLC untuk palang pintu kereta otomatis dibuat sebesar 70 x 80 cm dengan tinggi 75 cm dengan dasar kerangka besi dan papan yang dicat berwarna putih. Peletakan PLC ditempatkan di depan Plant sedangkan untuk rangkaian dan power supply ditempatkan dibelakang plant untuk menjaga estetika dari plant.

Kendala yang ditemukan adalah pada miniatur kereta api menggunakan baterai sehingga kurang dapat menghasilkan kecepatan yang sama ketika simulasi dijalankan karena lama kelamaan kecepatan dari kereta api sendiri semakin lama akan semakin berkurang. Kendala lainnya terdapat pada rangkaian sensor dan motor servo. Pada rangkaian sensor sering terjadi bocor tegangan pada sensor sehingga ketika sensor sudah tidak lagi ada yang menghalangi sensor tetap menghidupkan

indikatornya walaupun hanya sedikit, hal ini diakibatkan kurangnya nilai resistor pada rangkaian yaitu sebesar  $1K\Omega$  yang pada akhirnya kendala ini dapat diselesaikan dengan mengganti resistor senilai  $3.3K\Omega$  agar kebocoran tegangan tidak terjadi lagi dan sensor hanya menyalakan indikator ketika sensor dihalangi suatu benda atau kereta. Pada rangkaian servo terjadi kendala dalam pengendalian buka tutup palang pintu karena PLC tidak dapat mengatur motor servo secara langsung dengan relay PLC oleh karena itu dibuat rangkaian motor servo yang dilengkapi dengan IC 555 untuk mengatur buka tutup palang pintu dengan menggunakan 2 input untuk 2 kondisi yaitu motor buka dan motor tutup. Ketika input 1 diberi tegangan maka motor akan membuka, apabila input 2 yang diberi tegangan maka motor akan menutup. Besar buka dan tutup motor dapat diatur dengan menggunakan potensiometer yang ada pada rangkaian.

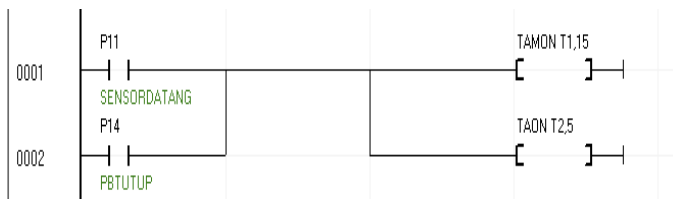
## LAMPIRAN 1

### Program Palang Pintu Otomatis pada Software CUBLOC STUDIO

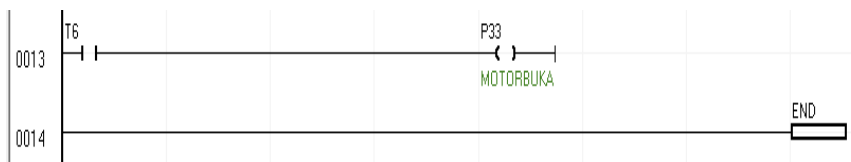
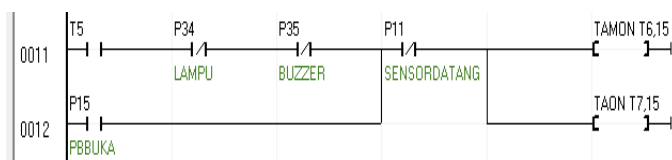
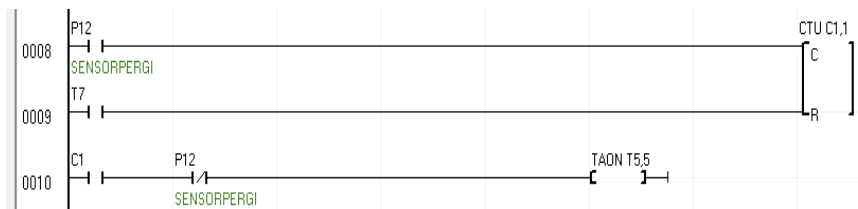
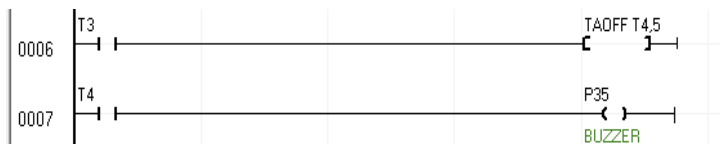
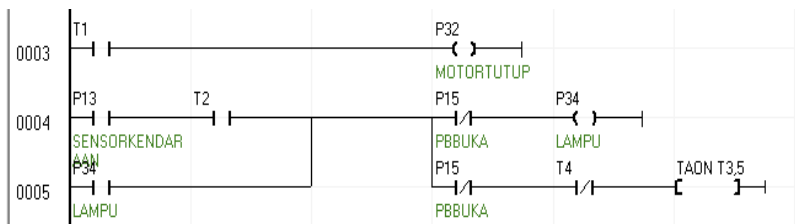
#### 1. Program Basic

```
#include "MSB6XX"  
Ramclear  
Set Debug Off  
Usepin 11,In,Sensordatang  
Usepin 12,In,Sensorpergi  
Usepin 13,In,Sensorkendaraan  
Usepin 14,In,Pbtutup  
Usepin 15,In,Pbbuka  
Usepin 32,Out,Motortutup  
Usepin 33,Out,Motorbuka  
Usepin 34,Out,Lampu  
Usepin 35,Out,Buzzer  
Set Ladder On  
Do  
Loop
```

#### 2. Program Ladder Diagram







## LAMPIRAN 2

### 1. Datasheet Sensor E18-D80NK

#### Proximity Sensor/Switch E18-D80NK



#### Specifications

- Input voltage : +5V DC
- Current consumption : > 25mA (min) ~ 100mA (max)
- Dimension : 1.7cm (diameter) x 4.5cm (length)
- Cable length : 45cm
- Detection of objects : transparent or opaque
- Diffuse reflective type
- Sensing range : 3cm to 80cm (depends on obstacle surface)
- NPN output (normally high)
- Environment temperature : -25 °C ~ 55 °C

#### Pin Configuration

- Red wire : +5V
- Green wire : GND
- Yellow wire : DIGITAL OUTPUT

## 2. Datasheet Motor Servo

### **SG90** 9 g Micro Servo



#### **Specifications**

- Weight: 9 g
- Dimension: 22.2 x 11.8 x 31 mm approx.
- Stall torque: 1.8 kgf·cm
- Operating speed: 0.1 s/60 degree
- Operating voltage: 4.8 V (~5V)
- Dead band width: 10  $\mu$ s
- Temperature range: 0 °C – 55 °C

## 3. Datasheet Buzzer

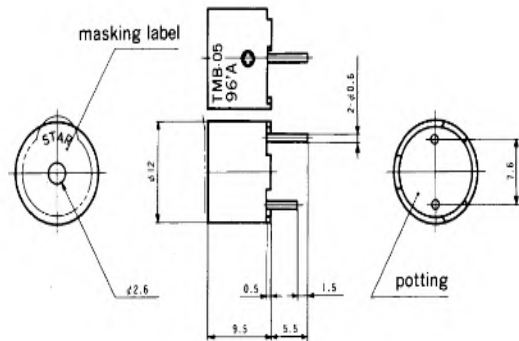
### **TMB** SERIES



## ■ SPECIFICATIONS

Type	TMB-05	TMB-12
◆ Rated Voltage (V)	5	12
Operating Voltage (V)	4 ~ 6.5	8 ~ 16
※ Mean Current Consumption (mA)	MAX30 (TYP22)	MAX30 (TYP15)
※ Sound Output at 10cm (dB)	MIN85 (TYP87)	
※ Basic Frequency (Hz)	2,300 ± 300	
☆ Response Time (msec)	MAX50	
Operating Temperature (℃)	-40 ~ +85	
Storage Temperature (℃)	-40 ~ +85	
Weight (g)	2	

## ■ DIMENSIONS



## 4. Datasheet PLC CUBLOC jenis MSB624RA-DC



Spesification :

- BASIC with Ladder-Logic CUBLOC controller module
- Based on the CB-400 processor
- 16 Opto-isolated DC Inputs (20V~28VDC / Min10mA )
- 10 Opto-isolated Relay Outputs (0~250VAC/10A , 0~30VDC / 10A)
- 4 x 0-10V analogue inputs at 10-bit
- 4 x 0-20mA analogue inputs at 10-bit
- Flash memory : 200KB
- Data memory : 6KB
- 2 x RS232 communication port
- 1 x RS485 communication port
- LCD and keypad Connectors
- Modbus Master or Slave support
- FREE Development tools
- DIN Rail Mount
- Dimensions 128mm x 108mm x 45mm
- 24V DC Power Supply

## LAMPIRAN 3

### 1. Tabel Kebenaran Sistem

No	Input					Output			
	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Pb Tutup	Pb Buka	Motor Buka	Motor Tutup	Lampu	Buzzer
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	1	<b>1</b>	0	0	0
3	0	0	0	1	0	0	<b>1</b>	0	0
4	0	0	0	1	1	0	0	0	0
5	0	0	1	0	0	0	0	0	0
6	0	0	1	0	1	0	0	0	0
7	0	0	1	1	0	0	0	0	0
8	0	0	1	1	1	0	0	0	0
9	0	1	0	0	0	<b>1</b>	0	0	0
10	0	1	0	0	1	0	0	0	0
11	0	1	0	1	0	0	0	0	0
12	0	1	0	1	1	0	0	0	0
13	0	1	1	0	0	0	0	0	0
14	0	1	1	0	1	0	0	0	0
15	0	1	1	1	0	0	0	0	0
16	0	1	1	1	1	0	0	0	0
17	1	0	0	0	0	0	1	0	0
18	1	0	0	0	1	0	0	0	0
19	1	0	0	1	0	0	0	0	0
20	1	0	0	1	1	0	0	0	0
21	1	0	1	0	0	0	0	<b>1</b>	<b>1</b>
22	1	0	1	0	1	0	0	0	0
23	1	0	1	1	0	0	0	0	0
24	1	0	1	1	1	0	0	0	0

No	Input					Output			
	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Pb Tutup	Pb Buka	Motor Buka	Motor Tutup	Lampu	Buzzer
25	1	1	0	0	0	0	0	0	0
26	1	1	0	0	1	0	0	0	0
27	1	1	0	1	0	0	0	0	0
28	1	1	0	1	1	0	0	0	0
29	1	1	1	0	0	0	0	0	0
30	1	1	1	0	1	0	0	0	0
31	1	1	1	1	0	0	0	0	0
32	1	1	1	1	1	0	0	0	0

## 2. K-MAP

### a. K-MAP Motor Buka

	000	001	011	010	100	101	111	110
00	0	0	0	<b>1</b>	0	0	0	0
01	<b>1</b>	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0

### b. K-MAP Motor Tutup

	000	001	011	010	100	101	111	110
00	0	0	0	0	<b>1</b>	0	0	0
01	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0
10	<b>1</b>	0	0	0	0	0	0	0

c. K-MAP Lampu

	000	001	011	010	100	101	111	110
00	0	0	0	0	0	<b>1</b>	0	0
01	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0

d. K-MAP Buzzer

	000	001	011	010	100	101	111	110
00	0	0	0	0	0	<b>1</b>	0	0
01	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0

3. Penyelesaian K-MAP

a. K-MAP Motor Buka

$$\begin{aligned}\text{Penyelesaian} &= \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D}\overline{E} + \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D}E \\ &= \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D}\end{aligned}$$

b. K-MAP Motor Tutup

$$\begin{aligned}\text{Penyelesaian} &= \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D}E + \overline{A}\overline{B}\overline{C}DE \\ &= \overline{A}\overline{B}\overline{C}\end{aligned}$$

c. K-MAP Lampu

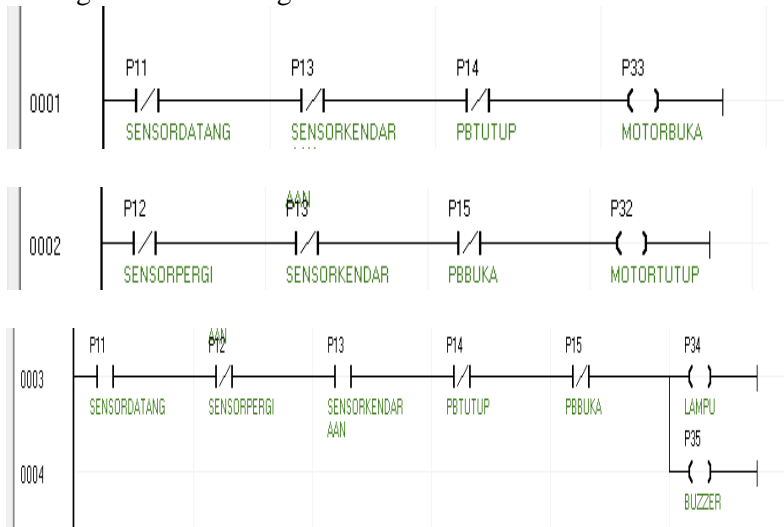
$$\text{Penyelesaian} = \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D}\overline{E}$$

d. K-MAP Buzzer

$$\text{Penyelesaian} = \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D}\overline{E}$$



#### 4. Program Ladder Diagram



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah dibuat rancang bangun prototipe palang pintu kereta api otomatis berbasis PLC CUBLOC dengan menggunakan sensor inframerah E18-D80NK, kontroler berupa PLC CUBLOC , dan output motor servo, buzzer, dan lampu. Rancang bangun memiliki karakteristik dinamik yaitu pada sistem palang tutup memiliki *settling time* sebesar 10 detik, *error steady state* rata-rata sebesar 0,2 V , dan *overshoot* maksimum sebesar 1,1 V. Pada sistem palang buka memiliki *settling time* sebesar 10 detik, *error steady state* rata-rata sebesar 0,2 V , dan *overshoot* maksimum sebesar 1,2 V. Pada sistem lampu dan buzzer memiliki *settling time* sebesar 10 detik, *error steady state* rata-rata sebesar 0,2V, dan *overshoot* maksimum sebesar 1,2 V.
2. Pada uji karakteristik sensor yang telah dilakukan didapatkan bahwa sensor kedatangan memiliki range sebesar 0 cm-82 cm , nilai span sebesar 82 dan sensitivitas sebesar 0,846. Sensor kepergian sebesar memiliki range 0cm -82 cm, nilai span sebesar 82 dan nilai sensitivitas sebesar 0,85. Sensor kendaraan memiliki range 0 cm-81 cm, nilai span sebesar 81 dan sensitivitas sebesar 0,798. Peletakan sensor pada kereta sebenarnya yaitu sejauh 4,8 km sebelum palang, 12 m setelah palang pintu. Peletakan sensor pada miniatur dilakukan dengan perbandingan sebesar 1:12.000.

## 5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan dalam pembuatan *Miniplant* antara lain :

1. Sebaiknya pemilihan motor yang akan digunakan dipilih yang langsung sesuai dengan PLC sehingga tidak diperlukan lagi rangkaian tambahan yang mempersulit perancangan pada sistem.
2. Sebaiknya Rangkaian terlebih dahulu diberi rangkaian safety sehingga dapat melindungi komponen yang penting.
3. Lebih memperhatikan VCC dan Ground karena ketika keduanya menyatu akan berbahaya dan dapat merusak komponen.
4. Lebih memperhatikan datasheet dari setiapkan komponen sehingga tidak terjadi tegangan berlebih yang akan mengakibatkan kerusakan komponen.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Kiran Kumar, dan B.S. ShivaShankara . 2015.*PLC Based Automatic Fault Detection of Railway Track and Accidence Avoidance syste*. Mechanical Department, Malnad College of Engineering, India
- [2] R.Gopinathan, dan B.Sivashankar.2014. *PLC Based Railway Level Crossing Gate Control*. Mechatronics, SNS College of Technology, Coimbatore,India
- [3] Iqbal. 2014.*Penerapan Rumus Gerak Lurus Beraturan Pada Rancangan Penutupan Portal Pintu Kereta Api* . Jurusan Teknik Informatika FIKOM Universitas Almuslim,Aceh.
- [4] Agustia, Fernando Dwi, dan Harjoko, Agus. 2012 *Desain Palang Kereta Api Otomatis Dilengkapi Sistem Pewaktuan Dalam Pendeteksiannya*. Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika, Fakultas MIPA UGM, Yogyakarta.
- [5] Anonim. *Datasheet Cubloc User Manual*
- [6] Anonim. *Datasheet Infrared sensor E18-D80NK*
- [7] Anonim. *Datasheet SG Tower Micropik*

## BIODATA PENULIS



Nama Lengkap penulis Cindy Claudia Febiola yang dilahirkan di Kota Surabaya pada tanggal 17 Februari 1995. Penulis merupakan anak kedua dari empat bersaudara. Saat ini penulis tinggal di Perumahan Pondok Jati Blok Q No. 43 Sidoarjo. Pada tahun 2007, penulis telah menyelesaikan pendidikannya di SDN Kaliasin IV Surabaya. Kemudian pada tahun 2010 penulis telah menyelesaikan pendidikan tingkat menengah pertama di SMPN 1 Surabaya. Tahun 2013 berhasil menyelesaikan pendidikan tingkat menengah atas di SMAN 2 Surabaya dan melanjutkan studi di Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi Jurusan Teknik Fisika FTI-ITS. Bagi pembaca yang memiliki kritik, saran atau ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai Tugas Akhir maka dapat menghubungi penulis melalui email [cindycfebiola@gmail.com](mailto:cindycfebiola@gmail.com).